LA STORIA
DELL' ASTRONOMIA

DI

M. BAILLY, Jean Sylvain

RIDOTTA IN COMPENDIO

DAL SIGNOR

FRANCESCO MILIZIA.

BASSANO, MDCCXCI.

A SPESE REMONDINI DI VENEZIA.

Con Licenza de' Superiori.

TAVOLA

DELLE MATERIE

Contenute in tutta l' Opera.

LIBRO PRIMO

CAPITOLO VI.

CAPITOLO VII.

CAPITOLO VIII.

CA-

CAPITOLO IX.

CAPITOLO X.

CAPITOLO XI.

CAPITOLO XII.

CAPITOLO XIII.

CAPITOLO XIV.

CAPITOLO XV.

CA-

CAPITOLO XVI.

CAPITOLO XVII.

CAPITOLO XVIII.

LIBRO II.

CAPITOLO I.

CAPITOLO II.

CAPITOLO III.

CA-

CAPITOLO IV.

CAPITOLO V.

CAPITOLO VI.

CAPITOLO VII.

CAPITOLO VIII.

CAPITOLO IX.

CAPITOLO X.

CAPITOLO XI.

CAPITOLO XII.

CAPITOLO XIII.

CAPITOLO XIV.

LIBRO PRIMO

DELL'

ASTRONOMIA ANTICA.

CAPITOLO I.

Origine dell' Astronomia.

La maggior parte delle scienze sono nate da' bisogni dell' uomo. L' Astronomia (*a*) è nata dalla di lui curiosità. La necessità di ricovrarsi ha prodotta l' Architettura, il trasporto de' pesi la Meccanica, il partaggio de' terreni la Geometria, le ricchezze e il commercio l' Aritmetica; le malattie la Medicina, la Chirurgia, l' Anatomia, la Botanica ec. Da per tutto l' uomo ha chiamata l' industria in soccorso della sua debolezza: sempre il bisogno lo ha scosso dalla sua pigrizia naturale. Qui lo spettacolo solo del Cielo ha colpito i suoi sguardi, e non è stato spinto dal pungolo della necessità. Preso d' ammirazione è caduto in estasi profonda, e ha seguito tranquillamente e senza sforzo il corso delle sue idee. Mentre

(*a*) Astronomia significa legge, regola, o misura degli astri, e ha per oggetto la scienza degli astri, o sia de' corpi celesti.

su la terra egli sente tutto in un movimento strepitoso, ammira i corpi celesti andar quieti senza distruggersi, senza urtarsi. Quando le altre scienze nascono nel tumulto delle città, questa sorge nel seno delle campagne. Ella è la scienza del riposo, della solitudine, del godimento di se stesso. Uomini perturbati dalle passioni non l'avrebbero neppure indovinata, o l'avrebbero sdegnata come inutile. Vi han voluto uomini semplici, liberi, spassionati, e questi uomini semplici vegliando ai loro armenti hanno fondata quella che fra tutte le scienze dovea un giorno dall' intelletto umano essere la più estesa.

Dacchè il Cielo ebbe testimonj, ebbe ammiratori. Il vero inventore dell' Astronomia è chi vi ha scoperta la prima verità per servire di base alle scoverte astronomiche. Urano in Etiopia, Atlante nell' Atlantide, Fohi alla Cina, Thaut o Mercurio in Egitto, Zoroastro e Belo nella Persia e in Babilonia passano per i primi Astronomi. L' Astronomia, che è frutto della meditazione, di lunghe osservazioni, e di mezzi combinati di arti applicate alla scienza, non può essersi stabilita che in Nazioni anticamente colte, le quali per una lunga esistenza hanno avuto il tempo necessario per lo sviluppo dell' industria umana. Le prementovate Nazioni sono le più antiche, e i suddetti Personaggi si posson ragionevolmente stabilire circa sei mila anni fa.

Ma se Urano insegnò agli Etiopi a misurar l' anno per il corso del Sole, se Atlante costruì una sfera, e se Fohi conobbe la figura e il moto de' corpi celesti, eglino dunque non furono gl' inventori dell' Astronomia. Prima di loro i Caldei conoscevano il periodo luni-solare di 600. anni, la divisione del Zodiaco, il Ciclo Saro di 223. mesi

lu-

lunari, che riconduce il Sole e la Luna alla stessa distanza del nodo e dell' apogèo, e quasi al medesimo punto del Cielo. Caldei, Cinesi, Egizj sapevano queste ed altre cose, calcolavano esattamente le Eclissi, ma con pratiche cieche, e senza alcuna idea di principj, nè di cause de' fenomeni; onde per tanti secoli niun risultato, niuna invenzione, niun progresso. Que' popoli non promossero l' Astronomia, perchè non la inventarono. Ella sarà dunque opera d' un popolo anteriore, distrutto da qualche grande rivoluzione. I detrimenti della sua Astronomia si conservarono incisi nelle pietre (prime scritture) e diedero a individui dispersi nozioni vaghe e confuse per una cognizione di usi piuttosto che di principj.

CAPITOLO II.

Prime Osservazioni e Scoperte astronomiche.

Non v' è persona che non sia stata colpita dallo spettacolo delle belle notti. Fatigata la vista dalla luce del giorno, erra per la volta celeste, e vi riposa con compiacenza. Un azzurro scuro fa più spiccare le Stelle che vi sono attaccate come diamanti di differente splendore, quali scintillanti, e quali punti brillanti di una picciolezza compensata dalla loro moltitudine. Una Fascia Lattea abbraccia il cielo e lo divide. Un Astro di varie apparenze, or di falce, or di disco radioso e pieno di luce dolce e argentea rischiara lo sguardo senza stancarlo; si avanza con maestà, e fa sparire la moltitudine delle stelle, lasciando solo brillare le più cospicue. Tale è lo spettacolo della notte;

 fin-

finchè colorandosi l' oriente il Sole già annunziato dalla chiarezza del giorno, si mostra all' orizzonte. Tutti gli astri spariscono al suo aspetto : egli solo riempie tutto il cielo, lo traversa; illumina, riscalda la terra, e discende all' orizzonte, ove termina il suo corso col render la notte. Tanta magnificenza e regolarità unita con tanta semplicità eccita all'ammirazione le teste le più fredde e le meno sensibili.

Questo fenomeno del moto del Sole da oriente a ponente fu il primo a conoscersi. Non si tardò a conoscer anche il moto generale degli Astri nello stesso senso. Onde la prima idea fu di riguardare il cielo come un vasto padiglione fisso sopra una superficie piana. Indi come una calotta emisferica girante sopra se stessa, trasportando seco e il Sole, e tutti gli Astri che vi son seminati.

Ma che n' è delle Stelle nel giorno, e del Sole nella notte? Si smorzano nel mare, per riaccendersi dopo, dicevano i nostri riveritissimi Greci. Dicevan queste ed altre maggiori inezie nelle loro decantate accademie: credevano fin sentire un certo fragore verso ponente quando il Sole si tuffa, e si estingue nelle onde. Gli Orientali credevano le stelle tanti pesci che guizzano nel cielo. E credevan la Terra fondata sopra un basamento d' oro massiccio.

Si conobbe presto che la Luna ha un moto particolare. Una notte ella è presso una stella, nell' altra notte n' è lontana. E le stelle sempre in ugual distanza fra loro. Quindi le si scoprì un moto particolare da ponente ad oriente. Questa fu la prima scoperta in Astronomia.

Le Fasi della Luna meritarono l' attenzione degli Astronomi. Quando la Luna comincia a com-

pa-

parir la sera al tramontar del Sole, presenta la forma d'una falce, o d'un filo luminoso delicato e curvo, la di cui convessità è verso il Sole, e le corna sono verso l'oriente. Ben presto la falce si slarga, la Luna si allontana dal Sole, e resta più a lungo sull'orizzonte. La parte illuminata cresce sensibilmente, e comparisce un mezzo disco: allora la Luna è nel mezzo del Cielo al venir della notte. Quattordici giorni incirca dopo la sua prima apparizione ella è all'opposto del Sole, e si leva quando esso tramonta: allora è Luna piena come un disco tutto illuminato. Ma il suo lume subito comincia a scemare gradatamente come era cresciuto: le corna però sono verso occidente, e la convessità verso il Sole, il quale è allora preceduto dalla Luna, che si leva poco prima di esso. Da lì a poco ella non si leva più; si rende invisibile due o tre giorni per riprendere le stesse apparenze.

Combinando queste differenti apparenze, e osservando che la Luna ha il suo maggior chiarore quando è opposta al Sole; e quando gli è vicina, la parte illuminata riguarda quell'astro, si conchiuse che la sua illuminazione le viene dal Sole, e che la sua luce è una luce imprestata. Si arguì anche, ch'ella è sferica: un disco piano non può illuminarsi successivamente, ma s'illumina subito tutto, e debolmente per i raggi più obliqui che perpendicolari. All'incontro tutti i corpi sferici hanno una lor metà illuminata; e riguardati di faccia e di fianco rendono ragione di tutte le fasi della Luna.

Con ulteriori osservazioni si scoprì, che lo spettacolo del cielo non è sempre lo stesso. In capo a sei mesi le stelle che si levavano a cert'ora, tramontano, e nuove stelle compariscono all'o-

rizzonte. Alcune, come quelle dell' Orsa maggiore, si vedono or a levante or a ponente, or a settentrione e or al meriggio: altre non compariscon mai a settentrione, e una non cambia mai sensibilmente sito in tutto il corso della notte. S'inferì quindi che tutte le stelle girassero intorno a questa, come intorno a un punto fisso. Questo punto fu detto *Polo*, e quella stella fu chiamata *stella Polare*. Ecco il cielo una Sfera mobile intorno a se stessa, e in conseguenza su due *Poli*, uno boreale che è quello che noi vediamo, e che è detto anche *artico*; e l'altro opposto è l'australe detto *antartico*.

Si osservò che quando appariva una nuova stella, era sempre la mattina, e precedeva il Sole per abbandonarlo, e quando una stella spariva, era sempre la sera per raggiungere il Sole. E' dunque la compagnia del Sole che fa sparir le stelle, e la lor separazione le fa ricomparire. Vi è dunque un moto, per cui le Stelle si accostano o si allontanano dal Sole. Ma fu più semplice far muovere il Sole solo che una moltitudine di Stelle. E questo moto annuo del Sole è da ponente a levante, tutto al contrario del suo moto diurno.

Grande scoperta fu la sfericità del cielo, e questo moto del Sole. Ecco la base della Sfera. Ecco la distinzione tra le Stelle fisse, e le erranti o sieno i Pianeti.

I primi Pianeti a scoprirsi furono Venere, Giove, Marte, e Saturno. L'ultimo fu Mercurio, perchè è quasi sempre immerso ne' raggi del Sole. Si ebbero così sette Pianeti, Sole, Luna, Marte, Giove, Saturno, Venere, Mercurio. Per tutti i Popoli ciascun giorno della Settimana ha portato il nome di uno dei sette Pianeti.

Sfe-

Sferica la volta celeste, tutto fu sferico. La forma rotonda si ebbe per la più bella. Onde rotondi e sferici tutti i corpi celesti, come i più bei lavori della creazione, e soggiorni di Dei e di Genj. Sferica anche la Terra, dacchè il Cielo la inviluppa; e sospesa in mezzo allo spazio, dacchè gli Astri le passan di sotto. E più sferica si dimostrò la Terra, quando si videro sparire successivamente le parti d'un vascello a misura che naviga lungi dal lido. E ancora più quando nuove stelle divengono visibili a chi va da settentrione al meriggio, o dal meriggio a settentrione.

L'Astronomia cominciò a divenire scienza, ma di semplice curiosità. Si applicò poi ad usi utili, e il suo progresso fu tanto più rapido quanto l'interesse è più attivo della curiosità. Un de' primi bisogni della società nascente è la misura del tempo. Si contò prima per giorni: misura incomoda, perchè i giorni presto divengon troppo numerosi. Indi si contò per mesi lunari di 28 giorni. Al comparir la nuova Luna si celebrò da per tutto festa detta *Neomenia*. Si contò anche per settimane, che non sono che suddivisioni del suddetto mese, indicate dalle Fasi in quattro parti, ciascuna di sette giorni.

Conosciuto poi il moto del Sole si osservò scorrere un più lungo intervallo tra i due tempi, ne' quali una medesima stella si vedeva la mattina, e si rivedeva dopo essersi liberata da' raggi del Sole. Questo intervallo si chiamò *rivoluzione solare*, o sia *anno*, e si contò per anni.

Alcuni popoli continuarono il loro anno dopo il levare o tramontare di qualche Stella o costellazione cospicua, come Sirio o le Plejadi. Ma gli anni non furon che lunari, cioè di 354 giorni, stabilendo i mesi alternativamente di 29 e di

30 giorni, perchè la rivoluzione della Luna è di giorni $29\frac{1}{2}$ incirca.

Nelle prime società gli uomini non furono che cacciatori o pastori. Cresciuto il loro numero furono costretti ricorrere all'agricoltura. Allora osservarono che la vegetazione e maturità delle piante e de' frutti dipende dalla presenza più o meno lunga del Sole sull'orizzonte; che quando i giorni sono uguali alle notti la verdura ricomparisce, onde la coltivazione della terra deve preceder questo tempo; e che quando i giorni sono più lunghi, è il tempo delle raccolte, le quali si fanno successivamente finchè le notti ritornano uguali ai giorni: tempo de' lavori e delle semine fin alle notti le più lunghe, ch'è tempo d'inazione e di riposo per l'uomo e per la natura. Questi intervalli furono distinti, e nominati *stagioni*. L'anno fu di 360 giorni. Bisognò conoscere e prevedere il ritorno delle stagioni. Si ricorse al Cielo, e si scelsero le stelle più brillanti che si vedono facilmente nel crepuscolo matutino, come segni che avvertono i tempi proprj per ciascuno de' lavori campestri. Si legarono le osservazioni agronomiche alle osservazioni celesti, e gli agricoltori furono per necessità astronomi. Dopo lungo tempo fatta più numerosa la società, e divise le arti, alcuni si addossarono particolarmente questa cura, e dall'alto d'una torre, come in Caldea, osservavano le stelle che comparivano sull'orizzonte, e le annunciavano al popolo, come in Egitto con segni geroglifici.

L'anno di 360 giorni non fu lungo tempo in uso: rovesciava in 35. anni tutte le stagioni. Vi si andò rimediando in più modi. Il migliore fu di osservare il levare e il tramontar del Sole in

cer-

certi punti dell' orizzonte. Verso gli equinozj si rimarcò un albero, o uno scoglio, o un colle, dietro cui si puntò il Sole in tal giorno di tal mese: il giorno seguente si vide il Sole tramontare o levare ben lungi da quel punto; sei mesi dopo si vide ritornato nello stesso sito, e in capo a 12 mesi ritornarvi di nuovo. Così si ebbe la vera lunghezza dell' anno solare, che è di giorni 365 $\frac{1}{4}$. Quest' anno comprende più di 12, e meno di 13 mesi lunari. Volendo trovare un intervallo di tempo che abbracci un numero di rivoluzioni compite del Sole e della Luna, s' inciampò in molti errori, e in periodi differenti. Quindi varietà d' anni.

Stabilitasi l' Astronomia per una scienza curiosa e utile, divenne anche pratica e arte. Esaminando il moto giornaliero di tutti gli astri, si osservò che il punto della loro più grande elevazione divide in due parti uguali l' intervallo dal levare al tramontare. Si scoprì che i punti della maggior elevazione di ciascun astro sono in un cerchio perpendicolare all' orizzonte, passando per il zenit e per il polo del mondo. Anche il Sole è in questo cerchio nel tempo della sua maggior altezza: e allora è al mezzo del suo corso, e del giorno. Questo cerchio, ch' è puramente fittizio, fu chiamato il *Meridiano*.

La maggior altezza delle stelle sull' orizzonte è sempre la stessa; ma non è così de' Pianeti, e spezialmente del Sole. La sua elevazione maggiore nell' estate, e più piccola nel verno, fu ben presto nota. Bisognò osservare le varie altezze del Sole, e conoscerne le differenze. Ma come? Un uomo d' ingegno osservò, che l' ombra del Sole si accorcia dietro ai corpi a misura che il So-

Sole s'innalza; e stimò questo il miglior mezzo per mostrare il progresso della sua altezza. A questo effetto egli inalzò un'antenna, una colonna abbastanza lunga affinchè desse ombra grande e variazioni più sensibili. Ecco il *Gnomone* il più semplice e il primo degli strumenti. Gnomoni son le Piramidi d'Egitto, erette (secondo i Musulmani) da Gian-ben-gian monarca universale del mondo secoli di secoli prima di Adamo.

L'inventore del gnomone, ignoto come la maggior parte degl' inventori, e meritevole della maggior riconoscenza, rese all' Astronomia due grandi servizj: l'uno per l'invenzione d'uno strumento che produce osservazioni le più esatte; l'altro per un metodo che esige osservazioni seguite, e ne stabilisce l'uso. Egli insegnò che bisogna ogni giorno rimarcare e misurare la più corta delle ombre, e che la serie di queste osservazioni fa conoscere il moto del Sole dall' orizzonte verso il polo. Questo moto da basso in alto, e da alto in basso cambia due volte l'anno. Questi cambiamenti si chiamano *conversioni*, *tropici*; e i punti, dove il Sole si ferma prima di rivolgere strada, diconsi *solstizj*.

La prima idea per ispiegare questa diversità di altezze del Sole, fu di attribuir al Sole (oltre il moto diurno da levante a ponente, e il moto annuo da ponente a levante) un altro moto da giù in su, e da su in giù, per cui or si accosta, or si allontana dal polo. Anche questo moto avea da essere circolare, come il più bello e celeste. Ma perchè arrestarsi il Sole a un certo sito, e ritornare in dietro? I Filosofi Greci sistematici all' eccesso, parlatori, e sempre avidi di spiegare quello che non conoscevan bene, immaginarono verso i poli un'aria più densa impenetrabile dal

So-

Sole, il quale perciò rivolge indietro. I Caldei e gli Egizj non solleciti a sognar cause, inclinarono la strada del Sole verso i poli, e spiegaron tutto. Questa strada obliqua del Sole e della Luna fu detta *Eclittica*.

Determinato il cerchio dell'Eclittica, si stabilì l'altro dell'*Equatore*, che il Sole descrive nelle due stagioni dell'anno, quando i giorni son uguali alle notti. I due punti, ne' quali l'Equatore taglia l'Eclittica, si chiamano *equinoziali*.

Questi cerchi fittizj produssero la *Sfera Armillare*, per concepire e spiegar più facilmente il moto degli astri. La maggior difficoltà fu d'*orientare* questo strumento, cioè collocar bene il Meridiano, che corrisponda giusto al meridiano celeste; che è quanto a dire *tirare una meridiana*. L'avranno tratta, come si trae col descriver cerchi concentrici al gnomone, e col prendere ombre uguali prima e dopo mezzodì: la linea che divide in due parti uguali gli archi segnati da ombre uguali, è nel piano del meridiano, ed è la *meridiana*. Si aggiunsero poi alla sfera Armillare i due Coluri degli Equinozj e de' Solstizj, cioè due cerchi massimi, che passano per i poli e per i punti solstiziali ed equinoziali. Finalmente applicando la sfera armillare in corrispondenza alla sfera celeste, si determinaron meglio le quattro stagioni.

Il circolo fu diviso in 360 gradi, il grado in 60 minuti primi, il minuto primo in 60 minuti secondi, il minuto secondo in 60 terzj ec. Fin da tempi più remoti fu conosciuto il numero 60 il più comodo per le divisioni e per le suddivisioni. Onde fu il numero 60 co' suoi moltiplici applicato da molti popoli anche alle misure del tempo, e dovunque si potè applicare.

Ol-

Oltre la Sfera furono anche della più alta antichità altri strumenti, come il Quadrante, gli orologj ad acqua detti *Clepsidre*, e anche la Bussola alla Cina.

Nota l'Eclittica, o sia il corso del Sole, si osservò che anche la Luna e i Pianeti sieguono presso a poco la stessa strada non allontanandosene che alcuni gradi al di sopra o al di sotto. Quindi si formò una fascia o zona, larga 16 gradi detta *Zodiaco*, nel di cui mezzo è l'Eclittica. Il moto della Luna offrì un modo facile per dividere il Zodiaco. Osservando ogni notte a quali stelle corrisponde la Luna, si divise il Zodiaco in parti 27 $\frac{1}{3}$. In queste parti alcuni posero 27 costellazioni, altri 28. Quando poi la rivoluzione del Sole, o sia la lunghezza dell'anno fu meglio conosciuta, i 12 mesi diedero una nuova divisione del Zodiaco in 12 parti, che furon chiamati *Segni*. L'invenzione del Zodiaco è antichissima, e comune a popoli antichi molto disgiunti.

Si disegnò una figura per tutte le stelle comprese in ciascuno di essi segni. Questa figura di stelle riunite fu chiamata *Costellazione*. Queste figure non furono in principio che linee tirate da una stella all'altra. Per nominarle, s'imposero nomi d'animali; donde *Zodiaco*. I nomi poi, e le figure di uomini e di altre cose, furono invenzioni posteriori. Si estese poscia per tutto il resto del Cielo la classificazione delle stelle, e il Cielo si popolò d'animali, e di arnesi differenti. Forse l'Astrologia vi collocò gli uomini, per mostrar l'impero che hanno in essi le regioni celesti, e li collocò in attitudini e con attributi da indicar gl'influssi e le inclinazioni, che eglino rice-

cevon da tali astri. La vanità Greca fece pòi nel Cielo l' apoteosi de' suoi Eroi, e intruse i loro nomi in questo libro eterno.

Il metodo di disegnar il tempo degli equinozj e de' solstizj dal levare o dal tramontare di qualche bella stella, o dalla lunghezza dell' ombra a mezzodì quando il Sole si leva in tale punto dell' orizzonte, produsse una scoperta importante. Dopo un' assiduità d' osservazioni per più secoli si scoprì incoincidenza; cioè si scoprì che quando compariva la data stella, il Sole non si levava più al dato punto, e l' ombra più lunga non avea la misura prescritta. Si vide dunque che le Stelle si avanzavano lentamente lungo l' Eclittica. Onde le Stelle credute fisse avean tutte un moto uniforme, conservando sempre fra loro le stesse configurazioni. Per ispiegare questo loro moto, s' imaginò che fossero tutte attaccate a una volta sferica denominata *primo mobile*. Questo primo mobile ebbe due moti: uno giornaliero che trasporta tutti gli astri da levante a ponente; e un altro contrario lentissimo da ponente a levante.

La cognizione de' quattro punti degli equinozj, e de' solstizj fece osservare che il Sole non percorre ugualmente i quattro intervalli. Non ostante questa sua irregolarità seguitò ad esser venerato per regolatore delle stagioni, per padre della natura, e per signore del cielo.

Anche le fasi della Luna soffrono inuguaglianze. Queste si osservavano con più attenzione, per misurare il tempo della celebrazione delle feste, che vi erano unite, e pel timore delle Eclissi.

Le Eclissi, specialmente quelle del Sole spargevan terrore; la perdita della luce sembrava annunziare l' estinzione della Natura. Ha bisognato

che

che si ripetano molto per non più sbigottire, e per osservar ne' loro ritorni un ordine, e una successione, che le metta nel numero de' fenomeni naturali. I Caldei, ch' eran come sentinelle del Cielo, furono i primi a scoprirne la causa. Quella dell' eclisse del Sole fu trovata la prima. Un corpo opaco può intercettare i raggi d' un corpo luminoso. La Luna è un corpo opaco, che non ha altra luce che quella che riceve dal Sole. La Luna nell' accostarsi al Sole si perde ne' suoi raggi poco prima dell' eclisse, e se ne libera poco dopo. Dunque la Luna è l' ostacolo, che ci occulta la luce del Sole, in tutto o in parte.

Per l' eclisse della Luna servì poi una riflessione, che si ha sempre sotto gli occhi. Ogni corpo illuminato getta dietro di se un' ombra. L' ombra della Terra diretta all' opposto del Sole e della Luna, deve eclissar la Luna, che s' immerge in quell' ombra, e riman priva della luce solare.

L' ombra della Terra visibile, nel disco illuminato della Luna, è rotonda. Dunque la Terra è sferica.

Ma perchè non ogni mese eclissi solari e lunari? Pure ogni mese la Luna passa tra il Sole e la Terra, e all' opposto del Sole, e nella vicinanza dell' ombra terrestre. Non si può risolver questo problema che dopo aver conosciuta la latitudine della Luna, o sia la sua distanza dalla eclittica. La Luna se ne allontana un poco più di cinque gradi, or a settentrione, or al meriggio. Se la sua strada è inclinata, dunque taglia l' eclittica in due punti. Questi due punti son detti *nodi*. Si osservò che la Luna si eclissa quando è presso ai *nodi*. Dall' *eclisse*, deliquio, deficienza, fu detta *eclittica* la strada del Sole.

Per

Per calcolare il ritorno delle ecclissi, si osservò che la Luna ha delle inuguaglianze nelle sue rivoluzioni, che v'è un periodo tra una inuguaglianza maggiore e l'altra, e che i suoi nodi son soggetti a cangiamento e a periodo. Furono quindi stabiliti più periodi di varia durata. Fra questi periodi se ne trovò uno che riconduce le eclissi della Luna della stessa grandezza agli stessi punti del Cielo, e ai medesimi giorni dell'anno. Si serviron di tali periodi per predire le eclissi lunari. Ma per le eclissi del Sole niun periodo, finchè non se ne conobbe la *parallassi*.

Il periodo *Saro*, attribuito a' Caldei, riconduce in 223 lunazioni le *congiunzioni* del Sole e della Luna alla stessa distanza dell'*apogèo* e del nodo, e quasi al medesimo punto del Cielo. Questo periodo è di 18 anni e 11 giorni, e servì per le eclissi. Ma questo periodo non ha il vantaggio di accordar i moti del Sole e della Luna, e di ricondurre i novilunj e i plenilunj al medesimo giorno dell' anno solare di 365 giorni. Non fu diffìcil accorgersi, che le nuove lune ritardavan 11 giorni incirca: onde aggiungendo 12 mesi, o un anno lunare di 354 giorni, ritardavano un anno solare intero, e che in capo a 19 anni le Lune ritornerebbero presso a poco agli stessi giorni. Si stabilì perciò un periodo di 19 anni. Questo periodo si attribuisce a Metone, da' Greci sì celebrato che fu detto *ciclo*, o *numero aureo*. Era però ben noto a tutta l'Asia e all'Africa da tempo immemorabile. Da questo periodo di 19 anni si formò l'altro di 600 anni detto il *grand' anno*. In capo a sei secoli i novilunj e i plenilunj ritornano non solo nello stesso giorno, ma fin nella stessa ora intercalando però ogni quattro anni.

Che

Che antichità di osservazioni per determinare questo periodo di sei secoli!

Per gli altri Pianeti, men rimarchevoli del Sole, e della Luna, le osservazioni furon più tardi. Si osservò che talvolta il loro moto si rallenta, cessa, e divién retrogrado, finchè rallentandosi e cessando una seconda volta, ritorna diretto. E' diretto il moto che fanno da ponente a levante, come quello del Sole e della Luna. Il retrogrado è in senso contrario. Queste apparenze bizzarre sono periodiche e annuali. Si osservò che tali apparizioni non accadono come il *levare eliaco* delle stelle ne' medesimi tempi dell' anno, nè nello stesso *segno*, ma successivamente ne' differenti *segni* del Zodiaco. S' inferì dunque che ciascun Pianeta ha due rivoluzioni, una riguardo al *Sole*, l' altra riguardo al Zodiaco. Si osservò, che Giove fa la sua rivoluzione riguardo al Sole in 13 mesi in circa, ma riguardo al Zodiaco in 11 anni e 10 mesi. Marte in poco più di 2 anni, e Saturno in poco più di 29 anni percorron tutto il Zodiaco.

Saturno, Giove, Marte, il Sole, la Luna si credettero Pianeti, che girino intorno alla Terra in distanza proporzionale alle loro velocità. Ma Venere e Mercurio imbarazzano questo sistema. Questi due Pianeti or precedono, or sieguono il Sole, comparendo or la mattina, or la sera. Corrispondono successivamente ai differenti segni del Zodiaco, e lo percorrono in un anno incirca. Sono dunque simili agli altri: hanno come gli altri due moti, uno riguardo al Zodiaco, che si compie in un anno, e l' altro riguardo al Sole: e sono stazionarj, e retrogradi. Ma in quale distanza della Terra sono? Di qua o di là del Sole? Di là della Luna certo.

Ma

Ma osservandosi Venere or a destra, or a sinistra del Sole, or più or men brillante, si ardì conchiudere, che Venere e Mercurio girino intorno al Sole. Da ardire in ardire. Si fecero girar tutti i Pianeti, e la stessa Terra intorno al Sole, come centro del Mondo. Onde il moto diurno delle Stelle, e de' Pianeti non è che una mera apparenza cagionata dalla rotazione della Terra intorno al suo asse. In questa supposizione si spiegano con semplicità le stazioni, e le retrogradazioni. Quando il raggio visuale è tangente al cerchio che i Pianeti descrivono intorno al Sole, il loro moto non è sensibile, e compariscono stazionarj; e ciò deve succeder due volte in ciascuna rivoluzione. Nella parte superiore della loro orbita vanno nello stesso senso del Sole, e compariscon diretti; nella parte inferiore vanno in senso contrario, e compariscon retrogradi.

Questo sistema veramente filosofico, è forse vestigio d' un' antichità più alta, e d' una scienza più illuminata. Fu adottato in Egitto, e da alcuni Filosofi; ma per un momento, e per una specie d' istinto per la verità: non fu provato, e fu rigettato subito come troppo contrario alle apparenze.

La maggior parte delle prime scoperte si son fatte da popoli differenti. Nell' alta antichità i popoli viveano isolati, e ciascuno era nel caso d' inventar tutto. Le cognizioni semplici, che nascono dallo spettacolo del Cielo, appartengono a tutti gli uomini. Dacchè il Cielo ebbe testimonj, ebbe ammiratori. Tutto quello che risulta dalla combinazione delle cognizioni prime, e semplici, spetta a popoli che hanno coltivata l' Astronomia. Questi saranno stati pochi, o un solo. Questo popolo non esiste più nell' antichità nota.

Sarà sparito per quelle terribili rivoluzioni, che distruggono città, imperj, uomini, cognizioni. Non saranno rimaste che alcune reliquie di scienza, le quali mostrano però una scienza ben provetta.

Queste reliquie furono sparse fra le grandi nazioni dell' Asia e dell' Africa. Ne profittò poi alquanto l' Egitto, paese nuovo rispetto agli altri: non è che un relitto, o un sedimento del Nilo.

CAPITOLO III.

Astronomia presso i Greci.

Assai più tardi i Greci ne mendicarono qualche cognizione, che anche restò fra loro poco diffusa, ma ben infrascata di favole inventate dalla loro vanità, e dalla smania di spiegar tutto senza accertarsi neppure de' primi fatti.

Il solo Talete conobbe il corso del Sole, l' obliquità dell' Eclittica, il Zodiaco, la causa delle eclissi, e ne seppe predire i ritorni. Ma queste e altre sue cognizioni celesti non si diffusero punto nella Grecia. Un secolo dopo lui Senofane v' insegnò, che le stelle si smorzan la mattina per riaccendersi la sera, che il Sole è una nuvola infiammata, che le eclissi succedono per l' estinzione del Sole, il quale si rialluma dopo; che la Luna è abitata, ma di animali quindici volte maggiori di noi altri, e con giorni quindici volte più lunghi de' nostri, perchè ella è diciotto volte più grande della Terra; e che vi sono più Lune e più Soli per illuminare i differenti climi della Terra. Quando si leggon queste e altre infinite

scem-

scempiataggini, par che gli Storici abbian voluto calunniare i Filosofi.

Platone collocava nel centro del mondo or la Terra, or qualche altra sostanza più degna da occupare il sito più onorevole, qual è il centro. Vacillava il divino Platone, e quando gli si presentava qualche verità comunicatagli da altri, non l' ammetteva che per ragioni, che non eran ragioni, ma chimere.

Eudosso amico di Platone andò in Egitto a studiare Astronomia, e passò per uno de' principali Astronomi Greci. Egli corresse il periodo di 160 anni col ridurlo a settantasei, che è moltiplice di quattro e di diciannove: periodo comodo per i Greci, molto attaccati a quattro e ad otto anni per i loro giuochi olimpici. La sua più famosa invenzione fu di assegnare a ciascun Pianeta una provista di sfere di cristallo per compiere i suoi diversi giri. Tre sfere al Sole: una per girar da levante a ponente in ventiquattro ore, un' altra per andare all' opposto intorno al polo della Eclittica in un anno, e la terza per un certo moto, per cui il Sole si allontana dalla Eclittica. Alla Luna tre altre sfere, e a ciascun Pianeta quattro per le loro stazioni e retrogradazioni. Questi Cieli cristallini eran applicati gli uni su gli altri; onde i Pianeti non eran fra loro distanti che quanto la grossezza de' loro cristalli. Fin Aristotile ammirò e adottò sì bella invenzione. Queste ventisei sfere crebbero ben presto a trentacinque: non costavano niente. Dunque sieno cinquantasei: più presto si distruggeranno. A forza d' ammucchiar errori, scapperà la verità. Il mirabile è che quel grand' Astronomo di Eudosso non osservò mai il Cielo. Se lo avesse osservato, l' avrebbe descritto com' era al suo tempo, cioè tre

 se-

secoli incirca prima dell' E. V. Egli lo descrisse com' era mille anni avanti di lui. Fra tanti errori egli conobbe una verità, cioè la falsità dell' Astrologia. Allora si fece la separazione delle due scienze celesti, nate dalla curiosità, l'Astronomia e l' Astrologia.

Epicuro, quel Filosofo sì famoso pensò come i primi idioti, che gli astri non sono più grandi di quel che compariscono. E molto tempo dopo i dotti Romani pensarono com' egli, e come Lucrezio.

Arato pose in bei versi la prosa di Eudosso. Si riferisce, che Arato fosse Medico del Re Antigono, il quale per bizzarria monarchica volle che quel suo Medico scrivesse in Astronomia, e il suo Astronomo Nicandro facesse un poema su la Teriaca. Come quel Gransignore fece cavar a sorte le cariche del suo impero. Il poema d' Arato contiene la descrizione delle principali Stelle, le loro configurazioni con tutte le favole de' loro nomi; e comprende inoltre le stagioni, e le intemperie colle regole delle predizioni. Gli Antichi traean presagj dalla Luna, dal color del Sole, da' Parelj, dalle Paraselene, dalle stelle cadenti, dal volo degli uccelli. Così dal sistema che fa un tutto della Natura, si dedusse che tutti i contingenti sono segni reciproci. Ecco il fonte per l' Astrologia, e per ogni sorte di divinazione. Il Poema d' Arato ebbe l' onore d' esser tradotto da Cicerone nella sua gioventù; e di quella traduzione resta ancora qualche frammento. Ne resta però intera la traduzione, che ne fece Germanico Cesare.

Pitea da Marsiglia (Colonia Greca) andò nella Islanda, e osservò che quel clima non ha notte. In fatti quello è il primo clima, in cui il gior-

no è di ventiquattro ore. Non fu creduto. La sua osservazione più importante fu che nel suo tempo, cioè tre secoli incirca prima dell' E. V. l'ombra del gnomone nel solstizio d'estate era nella stessa proporzione sì a Marsiglia che a Bisanzio, cioè come 600 a 209: onde nel suo tempo l'obliquità dell' Eclittica era 23° 50'.

Come mai la Grecia, già matura nella morale, nella legislazione, e nelle Belle Arti, fu sempre nella infanzia per l'Astronomia e per le scienze? Trasportata dall' attività dell' immaginazione, e ritenuta dalla ignoranza de' fatti, si agitò senza uscire dal suo sito, nè ebbe altro moto che di slanci e di cadute. Non mai convinta della necessità de' fatti, che sono le sole cognizioni, credette che colle immaginazioni e colle congetture si possa approfondar la Natura senza osservarla. I Greci non fecero mai osservazioni astronomiche; non aveano costanza per osservare. Tutto quel ch' è astronomico fu straniero alla Grecia: le venne dall' Egitto o dall' Asia. Misteriosi in tutto non parlavano che con enigmi; rivali e gelosi delle loro Sette si piccavano di contraddizioni e di sofismi; vani all' eccesso e prevenuti per la lor patria disprezzavano le opinioni recate da altri paesi, ch' eglino chiamavano tutti barbari.

Alcuni Filosofi Greci, come i Pitagorici, credevan la Terra rotonda e abitata da per tutto, e in conseguenza cogli Antipodi ammettevan il moto della Terra, il ritorno delle Comete, e la pluralità de' Mondi. Ma queste cognizioni non eran loro proprie; eran venute dall' Asia e dall' Egitto: eran come mere tradizioni, destitute di osservazioni e di prove. E' tanto difficile creder queste verità quanto scoprirle. Non si sarebbero

 in-

indovinate che per una specie d' istinto filosofico; e vi voleva un istinto simile per adottarle.

Se nella Grecia allora ignorante nell' Astronomia, avvezza a giudicar degli oggetti come li vedeva, il Sole piccolo in moto, la Terra immensa e stabile, fosse sorto un uomo che avesse detto: la Terra, dove voi errate, erra negli spazj dell' etere, e il Sole è immobile: questo uomo sarebbe stato preso per un visionario, se non ne avesse addotte prove e fatti. Tal era il caso de' Greci, che non fecero mai osservazioni, nè le stimarono. Onde non conobbero la vera strada astronomica fin alla fondazione della Scuola d' Alessandria. Quali progressi non avrebbe fatti l' Astronomia, se si fossero uniti i Caldei co' Greci, cioè la costanza del lavoro coll' ingegno! Invece d' Astronomia non si ebbe che

---

CAPITOLO IV.

Astrologia.

SECONDO il senso letterale, l' Astrologia, che significa *discorso su gli astri*, è lo stesso che l' Astronomia, che vuol dire *cognizioni degli astri*. Ma in realtà è ben differente. L' Astrologia si distingue in due specie, in Astrologia Naturale, e in Astrologia Giudiciaria.

L' Astrologia Naturale si propone di prevedere e di annunziare i cangiamenti delle stagioni, le pioggie, i venti, il freddo, il caldo, l' abbondanza, la sterilità, le malattie ec. Si propone di predire tutti questi fenomeni per mezzo della cogni-

gnizione delle cause, che agiscono su la Terra e nella sua Atmosfera.

L' Astrologia Giudiziaria ha oggetti più interessanti per l' uomo. Ella disegna fin dalla di lui nascita e ad ogni momento della di lui vita la linea, ch' egli deve percorrere per tutto il tempo che vive; determina la sua indole, il suo carattere, le sue passioni; gli mostra da lungi la fortuna, le disgrazie, i pericoli che lo aspettano. Tutte le sue azioni sono previste e predette. Se questa scienza fosse vera, l' uomo troppo istruito del suo destino non sarebbe che un attore, il quale ripeterebbe su la scena del mondo la parte che avesse imparata.

L' Astrologia Naturale non ha niente d' irragionevole nella sua supposizione. Non vi son vicende nell' atmosfera, che non abbian le loro cause. Chi conoscesse queste cause, e la maniera come agiscono nel combinarsi, saprebbe predire i cangiamenti de' tempi, e i loro effetti. Ma queste cause sono sì complicate, che cinquanta secoli di osservazioni non basterebbero per deciferare l' influenza che ciascuna di loro ha ne' fenomeni della natura. Forse il filo di questo laberinto non sarà mai dato all' uomo.

Gli Antichi non furono a portata di calcolare il ritorno delle meteore. Vi agirono empiricamente, cioè con osservar gli effetti senza conoscerne le cause. Dopo avere osservato, che le tempeste accadevan in certi mesi piuttosto che in altri, che tali stagioni eran più o men piovose, che gli stessi venti soffiavano con qualche regolarità in certi intervalli, che tal epoca dell' anno era propria ai lavori, alle raccolte ec. conchiusero, che tutte queste cose eran determinate dal luogo del Sole nella Eclittica. E siccome il Sole

 per-

percorre in un giorno quasi un grado dell' Eclittica, osservarono con esattezza qual tempo faceva ogni giorno. Queste osservazioni fatte per lunga serie d' anni produssero differenti Calendarj. I Calendarj si formarono anche di varj periodi di anni. I varj periodi furon chiamati *grandi anni*. Vi furon di questi *grandi anni* composti fin di 350025 anni. L' oggetto di questi periodi fu di scoprire il ritorno delle stesse intemperie corrispondenti ai fenomeni celesti. Se avessero ottenuto l' intento, è incerto. Ma l' idea fu di grand' ingegno.

Questa idea filosofica in mano del volgo si corruppe. Le piogge accadevano quando il Sole si levava tra le Iadi, dunque le Iadi facevan piovere. Al comparir di Sirio veniva gran caldo, dunque Sirio era ardente, e produceva calore. Dunque le Stelle influivan su la Terra. Ecco l' opera dell' ignoranza. Così si snaturò un' idea sana, che dopo lunga serie di osservazioni poteva esser utile. Si sostituì ad un effetto, che non si comprendeva, un altro effetto che neppur si comprendeva. Non s' intendeva nè dal popolo nè da' Filosofi, perchè le piogge accadessero al comparir delle Iadi. Ma s' intendeva meglio come le piogge cadessero per l' influenza di quelle Stelle? Sempre e in ogni genere si è creduto aver fatto molto col mettere una difficoltà in luogo d' un' altra.

Se gli Astri influiscono nella Natura intera, influiranno anche nell' Uomo, il quale non respira che emanazioni provenienti dagli Astri. Onde gli Astri debbono influire su la sua volontà, su le sue passioni, su i beni e i mali seminati nella sua carriera, e finalmente debbon determinar la sua morte del pari che la sua vita. Ecco il princi-

cipiò dell' Astrologia Giudiziaria. Ma chi ragionò così, non fu certamente il popolo. Finchè il popolo fu barbaro, non conobbe nè Astri, nè le lor pretese influenze. E quando ebbe qualche lume, si sentì superiore e signore di tutti gli altri esseri. L' Astrologia Naturale è un' osservazione, l' Astrologia Giudiziaria è un sistema. Il popolo non fa sistemi. Questa è opera di uomini illuminati, che talvolta smarriscono il lodevol motivo della ricerca della verità. Chi ha ben considerato il concatenamento delle cose, riflette che tutto è necessità, e conchiude che tutte le nostre determinazioni sono anticipatamente scritte nel gran libro del mondo, e che in questo gran libro potrebbe leggere chi vedesse la Natura intera, e scoprisse tutte le sue leggi. L' Astrologo si vanta di conoscer queste leggi.

Il desiderio di conoscer l' avvenire non è proprio dell' uomo solitario e selvaggio. Le sue idee sono ne' bisogni attuali. La previdenza gli è ignota, l' indomani per lui non esiste. L' ignoranza di questo avvenire, il quale cagiona a noi tanta inquietudine, è tale ne' Selvaggi d' America che vendon il letto la mattina per piangerne la perdita la sera. A misura poi che la Società s' incivilisce, e l' industria assicura una sussistenza facile, i pensieri si estendono, i desiderj si moltiplicano: il presente non è più nulla; il timore, la speranza, tutto è per l' avvenire. Quindi la brama di conoscer l' avvenire. Ma come?

Per quanto gli uomini sieno portati moltissimi alla credulità, alcuni ad abusarne, l' arte di predir l' avvenire non è nata dal disegno d' ingannare. L' idea di quest' arte è un pensiere ardito: l' invenzione de' mezzi per quanto erronei non può esser che opera dell' ingegno. L' ingegno ha imita-

ta-

tatori, ma egli solo ha idee originali. Quando egli ha fatto conoscere una volta agli uomini che si può tentare di predir l'avvenire per il moto degli Astri, il desiderio d'ingannare senza scienza e senza calcolo ha fatto immaginare differenti specie di divinazioni, per i tratti del viso, per le linee della mano, per i grani di sabbia gettati a caso, per il volo degli uccelli, per le viscere delle vittime. Finalmente si sono evocati i morti, e si è domandato a chi non è più la cognizione di quel che sarà. Queste differenti divinazioni ebbero la loro prima sede nell'Asia, donde poi si diffusero per l'Africa e per l'Europa. Ma non sono che copie alterate e sfigurate d'una prima idea, che già appartenne a cognizioni elevate, e ad un sistema.

L'Astrologia adottata dalla moltitudine curiosa e credula, non è stata primitivamente l'errore di tutto un popolo. Ella è nata nel seno d'una classe di uomini illuminati, i quali ammesso una volta un principio fatto, sono stati trasportati a conseguenze più false. Ella è forse l'opera d'un solo uomo. Chi ha creduta tutta la Natura legata da leggi eterne e necessarie, ha immaginato che tutti gli avvenimenti dipendano dalla necessità. Chi ha osservati varj periodi degli Astri che ritornano agli stessi aspetti, ha inferito che anche le vicende umane dipendenti già da quegl'influssi, abbiano i loro periodi, come li hanno gl'Imperj, che nascono, crescono, decrescono, periscono, risorgono. Si sarà fatto quel che si fa continuamente in tanti altri casi; si sarà presa un'osservazione d'un fatto particolare per un'osservazione generale, e si sono stabilite delle regole.

Per la stessa ragione che i ritorni delle meteo-

re

re annuali si facevan dipendere dal levare e dal tramontar delle stelle, si fecero anche dal periodo delle stelle dipendere i periodi incogniti degli avvenimenti di nostra vita. Nè que' gran corpi celesti avean da esser disgiunti dalla nostra Terra riguardata dall' uomo orgoglioso come la cosa più considerabile del mondo. E' ben conforme all' uomo, il quale ama d' ingrandir tutto, il pensare ch' è concatenata tutta la massa componente il nostro globo, uomini, bestie, piante, elementi; e che ogni cosa in moto, in urto, in riurto, tutto si precipita verso l' avvenire, e si estende per l' universo fin alla sfera delle fisse.

Ma vedendo che gli avvenimenti degli uomini e degl' Imperj non ritornavano ogni anno come le stelle, si ricorse ad altri periodi più lunghi de' Pianeti. A questi tali periodi si attaccò la durata degl' Imperj. E dopo tante ruine e tanti rinnovamenti la cogiunzione di tutti i Pianeti colla medesima Stella dovea finalmente esser il gran periodo: periodo che non si rinnova che dopo migliaja di secoli; terribil periodo della distruzione del grand' orbe terraqueo. Questo errore era confermato dalla tradizione erronea che il mondo avea a perire per il fuoco, o per l' acqua. Onde l' Astrologia minacciava diluvio universale, se i Pianeti si riunivano co' Pesci; e incendio generale, se col Granchio o col Lione.

L' Astrologia Giudiziaria è dunque nata da un sistema profondo, opera di gente illuminata che si smarrisce, come ogni uomo che vuol andar troppo in là. Tutti gli errori volgari, tutti i pregiudizj del popolo provengon da idee filosofiche mal intese, e guastate dalla tradizione orale. Le Divinità locali e tutelari non sono che emblemi inventati da Filosofi per disegnar le cause se-

con-

conde dipendenti dalla causa universale. I due Principj adorati in Persia rappresentano nel Fisico gli elementi in contrasto, e nel Morale gl' interessi e le passioni in guerra perpetua. La circolazione della materia, e gli esseri che rinascono sotto nuove forme, produssero la *metempsicosi*. Così Venere col suo figlio Amore non è che la Notte che precede e produce lume, calore, amore. Queste belle idee in mano del volgo divengon informi. Resta il solo senso letterale in favole.

L' Astrologia dunque è nata da Filosofi capaci di errore, e non dalla ignoranza. L' ignoranza è inerte, accompagnata sempre dall' orgoglio che non si assoggetta a niuno; anzi si fa regina e centro di tutto. Ella non vede negli astri che fiaccole per illuminarle la notte. L' ignoranza è uno stato passivo e sterile. Scienze, arti, favole, errori, pregiudizj, sì il male che il bene, tutto vien dall' ingegno. Come un Astro unico col suo calore e colla sua attrazione spande vita e moto nell' universo fisico; così il solo ingegno è la potenza attiva che dà moto al mondo politico e morale. Il solo ingegno crea le idee primitive e originali, ora ristrette, ora indebolite, spesso sfigurate e irreconoscibili secondo le teste ove si modellano nel circolare per l' universo. Le sorgenti degli errori del popolo sono le idee filosofiche da lui stesso deturpate.

Ma se i Filosofi han data origine all' Astrologia Giudiziaria, non per ciò si ha da gettar su di loro il disprezzo e l' abominio ch' ella ispira. Convien distinguer l' origine della scienza dall' abuso che se ne fa per ingannar gli uomini. I primi Filosofi colpevoli dell' origine nol furon dell' abuso. Come uomini caddero nell' errore;

ma

ma se ne accorsero dopo, e si rilevarono. Il volgo precipitato una volta in errori, chiude gli occhi, non esamina mai, e vi si ostina.

L' intrapresa di scoprir la supposta corrispondenza tra i segni celesti e gli avvenimenti del mondo era certamente insensata. Si tenta tutto senza lasciarsi sbigottire dalle difficoltà: si accumulano sforzi; ma quando questi sono inutili, si abbandona l' impresa.

Ma finchè l' Astrologia Giudiziaria fu un' opinion filosofica, non fu nociva. I Filosofi, ch' erano Sacerdoti, la tennero segreta fra di loro, e ne fecero un mistero; altrimenti non avrebbero più ricavato niente dal popolo, se avesse saputo che il suo destino è fisso: non più sagrifizj, non più doni. Il male fu quando fu distrutto e disperso quell' antichissimo gruppo di Filosofi. Chi di qua, chi di là. Alcuni andaron alla Cina a farvi i *Letterati*; altri nell' India, i *Bracmani*. I Caldei divenuti Sacerdoti in Babilonia furon i primi a trar profitto dall' Astrologia fin allora sterile, imponendola per tassa alla curiosità. La divulgarono: diffusero e stabiliron la dottrina delle influenze.

I fenomeni degli Astri, fin allora segni contingenti legati agli avvenimenti, come effetti simultanei, e non come cause, divennero gli agenti della Natura. Il popolo curioso credè e imbrogliò. Ecco Saturno per le sciagure, Marte per i guerrieri, Mercurio per i ladri, Venere per gli amori ec. Ma i Filosofi conobbero ben presto l' errore, lo disprezzarono, lo screditarono, ma non ne dissuasero il popolo sempre inviluppato dagl' impostori.

L' Astrologia dunque figlia dell' Astronomia, è una figlia pazza d' una madre savia. Conviene conoscer gli Astri, e i loro moti, e le loro ri-

vo-

voluzioni, prima di attribuir loro qualche potere su di noi. L'Astrologia non è nata dalla ignoranza, ma dall'errore, ed è ben degna della sua sorgente. Altrettanto è assurda nella supposizione delle sue influenze. Come mai le emanazioni degli Astri possono per sì lungo tratto conservar l'energia da produrre effetti sì grandi? Tutti coloro che nascono contemporaneamente dovrebbero avere lo stesso carattere e lo stesso destino. E come quelle occulte influenze possono agir mai su le circostanze dove l'uomo si trova? Dalle circostanze, e dalle passioni dipende il destino dell'uomo.

Quest' Astrologia assurda, benchè non nata dalla ignoranza, ha certo più voga e più credito ne' tempi d'ignoranza e di barbarie, dove la credulità va insieme colla curiosità sì naturale all'uomo. Allora l'Astrologia cresce, e si estende in mezzo all'ignoranza, come in un terreno che più le confà.

Tra gli errori del popolo l'Astrologia ha il primato. E' la malattia più lunga che ha afflitto l'intendimento umano. Son quasi cinquanta secoli che dura. Ha fatto qualche bene: non v'è male che non ne faccia. Ha sostenuta l'Astronomia ne' secoli barbari, quando le scienze non avean attrattiva. Il desiderio di conoscer l'avvenire, e la persuasione di predirlo, ha fatto moltiplicare e conservare le antiche osservazioni.

L'Astrologia però non è una malattia di tutti i tempi, nè di tutti gl'intelletti; ma è una malattia incurabile. I suoi accessi non passano che per rinascere; s'indeboliscono col progresso del lume, spariscono quando il lume è universale; ma se il lume soffre qualche eclisse, l'Astrologia risalta ben ardita a spacciar le sue imposture, ed

è fe-

è felice in accreditarle. E il loro credito è tale che infatua uomini illustri anche ne' secoli illuminati: il nostro secolo nè ha degli esempj.

Tutti gli errori che lusingan le passioni sono incurabili. Quanti errori in Fisica e in altre scienze sono svaniti senza strepito com' eran venuti, e sonosi estinti per non ricomparir mai più! Ma quelli che nascono dalle passioni, durano quanto le passioni stesse. Son riguardati come verità neglette, e si fa un dovere di rigenerarle. Si cercherà la quadratura del circolo, il moto perpetuo, finchè il volgo crederà esservi ricompense per tali scoperte. L' avidità farà sempre ogni tentativo per trasmutar i metalli, e per trasformar la Natura. L' amor della vita, e il desiderio pressante di conservarla e di prolungarla, e di perpetuarla, non si stancherà di chieder la panacea universale. E l' inquietudine non meno pressante di conoscer l' avvenire, abbellito dalla speranza, precipiterà sempre gli uomini deboli nell' Astrologia. Ma il Savio limiterà i suoi desiderj a contentarsi del presente; cosa ben difficile; e riguarderà la prescienza, che gli è negata, come un suo gran male.

CA-

CAPITOLO V.

Scuola di Alessandria.

L' Egitto era il paese delle scienze, e i Greci da gran tempo vi andavano a cercarle; ma non vi andaron più: vi si stabilirono, quando Tolomeo Filadelfo vi compì il Museo incominciato da suo padre Tolomeo Sotero. Il Museo era un superbo edificio composto di gallerie e di sale per conferenze scientifiche, e di appartamenti assegnati agli uomini dotti che vi eran mantenuti a spese regie. V' era anche la famosa Biblioteca di Demetrio di Falere, e l' Osservatorio.

Tolomeo Filadelfo amava questo santuario di scienze, come sua opera, e come fondamento di sua gloria perpetua. Per una contraddizione non rara fra gli uomini, e men rara ne' Sovrani egli avea fatto perire due suoi fratelli, e Demetrio di Falere per avere osato dire la verità a suo padre; e frattanto egli avea quelle inclinazioni dolci, che fanno la felicità de' popoli. Queste inclinazioni allontanano il Sovrano dalla falsa gloria delle armi, e gliene danno un' altra veramente reale col promover commercio, arti, abbondanza, e col favorir le scienze che recano lustro a tutti que' solidi beni. Tolomeo amava le scienze e i valentuomini, conversava con essi, fomentava tra loro la emulazione, li beneficava, li ricompensava. I beneficj e le ricompense sono incoraggimenti per tutti gli uomini, ma non bastano all' uomo di lettere. Egli è d' una tempra più delicata. Più esercitato a pensare valuta meglio il prezzo delle cose, sdegna i volgari oggetti de' desiderj umani,

si

sì sente fatto per essere distinto: la stima lo innalza. E' il colpo immediato del Re che dà al talento tutta la sua energia, e spiega l' ingegno: riscalda, rimuove, e trasforma gli uomini. Questa è la sola magia ch' esiste in terra. Felici i Re, se spargono questo incantesimo intorno a loro! Non hanno bisogno che di volontà per fare cose grandi.

La Scuola d' Alessandria fondata da Tolomeo Filadelfo durò quasi dieci secoli, fin all' invasione de' Saraceni, che sottomettendo l' Egitto a un nuovo impero, dispersero i dotti, bruciaron la biblioteca, e coprirono tutto d' ignoranza e di barbarie.

Questa Scuola, che ha prodotto uomini grandi, era tutta di Greci, benchè stabilita in Egitto. Manetone e Tolomeo furono i soli Egizj, ma ammaestrati da' Greci. I Greci destinati a migliorare quel che non inventavano, sbarazzaron l' Astronomia da quel velo, in cui i Sacerdoti Egizj la tenevano inviluppata, e colle loro scoperte e co' loro scritti illuminaron l' Europa.

Ma perchè l' Egitto sì celebre per le Scienze, non fece niente per l' Astronomia in tanti secoli? Perchè i Sacerdoti d' Egitto erano allora come sono oggi gl' Italiani, i quali mostrano capi d' opera di pittura, e non ne fanno più. Que' Sacerdoti ricchi di spoglie straniere, comunicavano con gran mistero il poco che sapevano, e col mistero davano ad intendere di saperne di più. Ne sapevan poco, perchè le scienze non allignano, che ne' climi temperati, e non mai dove tutto invita alla pigrizia come nella zona torrida, nè dove tutto è forzato allo stento come nelle regioni fredde. L' ingegno è figlio della meditazione e dell' agio. I climi temperati richiedon lavoro, e dan-

in due parti uguali ai due poli. Onde l'intervallo fra l'Equatore e il Polo abbraccia un quarto di circonferenza di circolo, o sia novanta gradi. Si ebbe così il mezzo di fissare il luogo delle Stelle, che si allontanano dall'Equatore, contando su i circoli i gradi dalla Stella all'Equatore, o al Polo. Questa distanza fu detta *Declinazione*.

Fu ciò d'importanza grande. Come la strada de' viaggiatori su la terra è marcata dalle città che si hanno a traversare; così il cammino de' Pianeti nel Cielo è segnato dalle Stelle che si trovano sul loro passaggio. La situazione delle Stelle non era ignota agli Astronomi antichi, ma i loro mezzi eran grossolani. Aristillo e Timocari si domandarono qual è il fine dell'Astronomia? Conoscer gli Astri, determinar il luogo di quelli che son fissi, e che non cambian mai le loro reciproche configurazioni. Queste sono le Stelle. Ma l'oggetto dell'Astronomia è anche osservar il moto de' Pianeti. La traccia invisibile de' Pianeti è segnata dalle Stelle, alle quali essi si accostano. Dunque prima di tutto si determini la posizione delle Stelle, come base di tutte le ricerche. Dunque Aristillo e Timocari ebbero una giusta idea della scienza, e ne posero i fondamenti.

Per queste misure, che anticamente si facevano inesattamente coll'impiegare il disco della Luna, si adoperò la Sfera Armillare, nota già nell'Asia e obliata, ma rinnovata in Alessandria. La rinnovazione è una specie d'invenzione.

ARISTARCO DA SAMO

Si approfittò delle descrizioni precedenti per fare un'osservazione con metodo: osservazione che

dilatò i limiti del mondo. Egli non potea soffrire il rapporto ridicolo stabilito da' Pitagorici su la distanza del Sole e della Luna. Il Sole, secondo coloro, non era distante da noi che tre volte, e anche una volta e mezza più della Luna. Egli misurò questa distanza nel modo seguente.

Ideò un triangolo di tre linee visuali che unissero i centri del Sole, della Luna, e della Terra. Aspettò che la Luna fosse *Dicotoma*, cioè nel suo primo quarto. Allora le linee tratte dalla Terra e dal Sole alla Luna, vi forman un angolo retto, cioè di novanta gradi. Noto quest' angolo, e noto quello della Terra per mezzo d' un circolo, si fa noto anche quello del Sole, perchè gli angoli d' un triangolo sono uguali a due retti, cioè a 180 gradi. Noti gli angoli, si conoscono anche i rapporti de' lati, e per conseguenza il rapporto della distanza di questi Astri. In questa guisa Aristarco si assicurò che l' angolo di elungazione non poteva esser minore di ottantasette gradi, e conchiuse che la distanza dalla Terra al Sole era circa diciannove volte maggiore di quella dalla Terra alla Luna. Questo rapporto non è la ventesima parte di quello che realmente esiste. Questo errore non è stato scoperto che due mila anni dopo in grazia di strumenti esatti, allora ignoti.

Aristarco conobbe che la distanza dalla Terra alla Luna è di cinquantasei semidiametri del nosro globo: il che è esatto. Egli insegnò che nell' eclisse della Luna la lunghezza dell' ombra che projetta la Terra nel luogo che la Luna traversa, è doppia del diametro della Luna. Paragonò la grandezza del Sole e della Luna con quella della Terra; e s' ingannò molto col fare il diametro del Sole non più che sei in sette volte maggio-

giore di quello della Terra ; ma non si scostò molto dalla verità col fare quello della Luna un terzo incirca di quel della Terra.

E' ben curiosa l'osservazione, con cui Aristarco determinò il diametro del Sole. Egli misurò l'angolo, che l'estensione del diametro del Sole fa alla sommità d'un occhio, e lo trovò la 170esima parte del cerchio che il Sole descrive intorno alla Terra. Si sarà servito di vetri colorati. Archimede si servì di cilindri e di globetti per fare la stessa osservazione. Mancavano di buoni strumenti, e impiegavano i loro proprj organi.

Aristarco ebbe il gran talento di non far sistemi. Adottò l'ipotesi del moto della Terra, e urtò talmente l'opinion pubblica, che fu accusato d'empietà dallo Stoico Cleante per aver turbato il riposo della Dea Vesta e degli Dei Lari. Sempre e da per tutto si proscrivon le novità; specialmente se son utili e gloriose. Per la stessa causa Galileo ha sofferto di peggio.

L'ipotesi del moto della Terra fu eclusa dalla Scuola d'Alessandria come un'opinione rancida e fallita. Quegli Accademici non eran tutti Aristarchi. Quella mente sublime vide le stelle in una distanza infinita da noi, distanza tale che se noi fossimo colà, vedremmo la Terra come un puntino, o niente.

EUCLIDE.

Quell'Euclide, che riunì tutte le verità geometriche elementari, e ne formò quel libro che dopo venti secoli è ancora il primo istitutore della gioventù nella Geometria, fece altresì un'opera su i Fenomeni. Fu un trattato della Sfera, in cui egli forse il primo ne spiegò geo-

metricamente i fenomeni delle differenti inclinazioni.

A' tempi di Eudosso, di Chirone, e più anticamente nell'Asia, la Sfera non significava che la descrizione del Cielo, delle costellazioni, e delle lor posizioni fra loro e riguardo ai gran circoli del Mondo. Neppur si sospettava che i fenomeni del levare e del tramontar degli Astri fossero differenti in altri paesi. I viaggi istruirono. Se ne cercò la causa generale. Nel Museo d'Alessandria v'era una Sfera Armillare di bronzo. Gli Astronomi Greci la posero in una situazione verticale, cioè col polo al zenit, e coll'equatore all'orizzonte. Allora le Stelle che sono sopra l'Equatore, non tramontano, e quelle di sotto non si levano mai: il Sole sei mesi al di sopra, e sei mesi al di sotto non fa nel corso dell'anno che un giorno e una notte; tutti gli Astri nella rivoluzione diurna descrivono cerchi paralleli all'orizzonte. Ecco i fenomeni del Polo, e della *Sfera parallela*.

Esaminaron poi il caso opposto, che è quello, in cui l'Equatore perpendicolar all'orizzonte passa per il zenit, e i due poli sono nell'orizzonte. Allora l'orizzonte taglia l'Equatore e tutti i paralleli in due parti eguali, una metà del Cielo succede necessariamente all'altra, il Sole fa i giorni uguali alle notti. Questi son i fenomeni sotto l'Equatore, o nella *Sfera retta*.

In tutti i casi intermedj, dove il Polo è più o men elevato sull'orizzonte, i fenomeni partecipano più o meno de' suddetti due casi estremi; tutti gli Astri si levan obliquamente. Questa è la Sfera *obliqua*, o *inclinata*.

Quindi la teoria della Sfera, cioè la cognizione de' gran cerchi del Cielo, e della lor posizione rela-

lativamente all' orizzonte, donde risultano i fenomeni del levare e del tramontar degli Astri differentemente secondo i differenti climi. Questa scienza si deve alla Scuola d' Alessandria, ed Euclide ne formò gli elementi.

MANETONE

Celebre Egizio fu più Astrologo che Astronomo.

ERATOSTENE DA CIRENE

Successore d' Aristarco nella Scuola d' Alessandria, migliorò la Sfera armillare, e con questo strumento misurò l' obliquità dell' *Eclittica*, cioè la distanza de' due *Tropici*, e la trovò di 47° 42', onde l' obliquità dell' Eclittica era allora di 23° 46'. Osservazione importante, quanto è importante conoscer il cammino del Sole, marcarne la traccia a traverso le Stelle, e fissar la posizione del Zodiaco, da cui niun Pianeta si allontana.

La più interessante scoperta d' Eratostene fu di misurare la circonferenza della Terra, forse nota agli antichissimi, ma il loro metodo era certamente ignoto. Eratostene lo inventò nel modo seguente.

Se i cerchi della Sfera celeste corrispondono esattamente a' cerchi del nostro globo, un grado del meridiano terrestre deve necessariamente corrispondere a un grado del meridiano celeste. Onde misurando su la superficie della Terra la distanza fra due luoghi qualunque situati sotto lo stesso meridiano, e misurando nello stesso tempo l' arco celeste intercetto fra i zenit di questi due luoghi, si avrà lo spazio che corrisponde su la Ter-

ra al numero de' gradi compresi in questo arco celeste. Così si avrà in misure note la lunghezza di un grado. Questo è il fondamento del metodo d' Eratostene.

Egli osservò che Siene città la più meridionale d' Egitto, e Alessandria erano presso a poco nello stesso meridiano; che nel solstizio d' estate a Siene i corpi non facevano punto ombra, e che un pozzo ben profondo v' era interamente illuminato: onde Siene era situato al Tropico, e quando il Sole vi arrivava, le cadeva a piombo. In conseguenza Eratostene misurò nello stesso giorno del Solstizio in Alessandria la distanza del Sole dal zenit, e la trovò di 7° 12'. Il Sole nel zenit di Siene era nello stesso tempo lontano dal zenit d' Alessandria 7° 12'. Dunque l' arco celeste intercetto fra queste due città era di 7° 12', o sia della cinquantesima parte della circonferenza. La distanza itineraria fra detta città era di 5^{m} stadj. Onde Eratostene conchiuse che la circonferenza della Terra è di 250^{m} stadj, e che il grado terrestre è stadj $669\frac{1}{2}$. Quello stadio era di ottancinque tese tre piedi e sette pollici. Dunque il grado terrestre d' Eratostene era di 59442 tese: più grande di quello misurato a Parigi di 2400 tese. Errore piccolo per il primo saggio. Da quella determinazione non si poteva aspettare maggior esattezza. Il merito è d' averla immaginata ed eseguita. E la gloria di quell' Astronomo è che i moderni non hanno aggiunto niente al suo metodo; e se si sono accostati più alla verità, lo debbono al progresso delle arti, e al miglioramento degli strumenti.

Per mezzo del Cielo si è conosciuta la Terra. Nota la circonferenza terrestre si conobbe il diametro. Eratostene sapeva (non si sa come) che la Luna era distante dalla Terra cinquantasei semidiametri terrestri. Conosciuto questo semidiametro, trovò che la distanza dalla Luna alla Ter-
m
ra è 780 stadj, e quella del Sole (neppur questo si sa come) è 804 milioni, o sia 20200 semidiametri terrestri. E tanto è anche adesso dopo tanti calcoli, strumenti, e osservazioni. Bel salto da Aristarco ad Eratostene! Quegli ci situò il Sole diciannove volte più lungi della Luna, e questi 300 volte e più.

Eratostene fece il diametro del Sole ventisette volte maggiore di quello della Terra. Se egli avesse saputo determinar la distanza del Sole, lo avrebbe comparato al semidiametro della Terra, al diametro apparente del Sole, e avrebbe conchiuso che il diametro del Sole è almeno novanta volte maggiore di quello della Terra. Eratostene fu il primo che intraprese l' enumerazione delle Stelle. Descrisse le Costellazioni, e vi contò 675 Stelle. Scrisse anche molto su la Geografia. Di ottanta anni perdè la vista; e non potendo più godere lo spettacolo del Cielo, si lasciò morir di fame.

MISURE.

Una delle più belle intraprese dell' ingegno umano è la misura del globo Terraqueo, degli Astri, delle loro grandezze, e delle loro distanze. L' uomo sì piccolo relativamente a quelle masse enormi non conosce che l' estensione ch' egli può percorrere. Egli non ha altra scala, nè al-

tro

tro modulo che le sue dimensioni individuali. I suoi passi ripetuti han misurato lo spazio, e gli hanno somministrate le prime misure, il piede, il passo: il cubito è il suo braccio; la canna o la pertica, o la tesa non è che l'estensione di tutte e due le sue braccia dalla punta del dito all'altro, o l'altezza della sua propria statura. Che cosa sono queste piccole misure in comparazione della circonferenza dell'orbe terraqueo? Ma l'uomo non si è stupefatto della sua picciolezza: la sua ambizione gli ha ingrandito l'intelletto. Egli ha accumulate le picciole misure per abbracciar le più grandi. Si è egli stesso fatto unità, cui ha riportate tutte le parti dell'Universo. Misurar il mondo con tese, era lo stesso che calcolare quanti uomini vi vogliono distesi di seguito per coprire un gran cerchio del globo. Questa applicazione successiva del suo individuo sarebbe stata ben fatigante e impraticabile. Egli vi ha supplito con corde o con catene, che sono moltiplici delle tese e delle braccia; e ha riuniti molti di essi moltiplici per formare stadj, miglia, leghe: così ha potuto misurare i più grandi spazj. Ma questo ancor non bastava. Se l'uomo fosse stato costretto a camminare per il mondo, per misurarne la circonferenza, avrebbe incontrato precipizj, mari, climi, e mille ostacoli insormontabili. Volò d'ingegno, e trovò fra il Cielo e la Terra una corrispondenza, che gli diede il metodo di misurar il mondo senza neppur muoversi dal suo gabinetto.

CONONE DI SAMO.

Gli si attribuisce la Costellazione della Chioma di Berenice. Quella Regina attaccò al tempio di Ve-

Venere i suoi bei capelli in voto del trionfo di suo marito Tolomeo Sotere. Dopo qualche tempo quella capellatura sparì. Gli adulatori dissero che l'aveano tolta gli Dei. Eccola là, disse Conone, in quell'ammasso di Stelle.

ARCHIMEDE.

Il Newton della Scuola Greca meritò anche il nome di Astronomo. Osservò i Solstizj, e il diametro del Sole. Egli costruì una Sfera, in cui i moti del Sole, della Luna, e de' cinque Pianeti erano rappresentati colla velocità propria di ciascuno, e con tale arte, che Cicerone disse che Archimede nella imitazione di questi moti avea fatto più che la Natura nel produrli, perchè alcuni di questi moti eran più regolari de' veri moti celesti. Ma correggere così la Natura è sfigurarla, non abbellirla. Le sue inuguaglianze sono perfezioni. Questa pretesa regolarità sarebbe oggi un difetto in una consimil macchina tanto lodata da Cicerone. Qualunque grand' uomo che parli di quel che non sa, darà sempre in errori.

APOLLONIO PERGEO

Celebre nella Geometria e nelle Sezioni Coniche. Fu il primo a tentar la spicgazione delle stazioni e retrogradazioni de' Pianeti. A tal effetto egli inventò gli *epicicli*, piccoli circoli attaccati al circolo maggiore; il quale fu detto *deferente* perchè porta l'*epiciclo*. Per quanto assurdi sieno gli *epicicli*, si deve molto ad Apollonio per aver applicata la Matematica all'Astronomia.

GA-

CAPITOLO VI.

Matematica.

La Geometria non fu mai coltivata nell' Asia. Se ne attribuisce l' invenzione agli Egizj, i quali ne seppero ben poco. Quando si fondò la Scuola d' Alessandria, la Geometria vi comparve una scienza nuova, proveniente da' Greci, e inculcata molto da Platone, il quale colla sua eloquenza e sortò a farne sempre uso. L' Astronomia ha bisogno del suo appoggio, e dacchè lo ebbe, fece gran cammino. La Matematica, indipendente di tutte le altre Scienze, le dirige tutte, ma non n' è già la sovrana. Le altre Scienze sono fisiche, esistono nel seno della Natura. La Matematica è nella testa dell' uomo: è il risultato della sua maniera di vedere; onde è applicabile a tutto. La Matematica e l' Astronomia han de' rapporti diretti, e un legame intimo: hanno per oggetto l' estensione e il moto. Son come due sorelle, che si debbono amare scambievolmente e servirsi. La Matematica col suo andamento più sicuro conduce a verità forse inaccessibili senza di lei; ma il teatro della sua gloria è opera della sua primogenita. Se l' Astronomia ha bisogno del suo soccorso, la Matematica non è che uno strumento nelle mani dell' Astronomia. Quando si hanno da spiegar fenomeni, si richiede ugualmente scelta di osservazioni, e destrezza di calcolo. L' arte di metterli in opera spetta all' ingegno, necessario all' Astronomo e al Geometra.

CA-

CAPITOLO VII.

Strumenti della Scuola d' Alessandria.

Spazio, e Tempo: ecco gli oggetti che l' uomo si propone misurare. Lo Spazio circoscrive la sua presenza momentanea: il Tempo accompagna la sua esistenza successiva. Queste due estensioni son legate da una relazione necessaria, che è il Moto. Dacchè il Moto è costante e uniforme, lo Spazio si conosce per mezzo del Tempo; e il Tempo è misurato dallo Spazio. L' uomo privo di costanza e di uniformità, non può esser la misura della durata. L' Astronomia coll' estender la sfera de' suoi pensieri gli ha mostrato l' Universo come uno spazio senza limiti, ove si perde ogni concetto umano; mentre il tempo, del pari immenso, porporziona la durata del Mondo alla sua estensione. Posto frattanto l' uomo, e perduto in queste due infinità, ha voluto conoscer l' Universo per i suoi rapporti, e ha ristretta questa grand' idea senza alterarla, per collocarla nella sua mente. E figurandosi insensibile il cammino del tempo, si è fatta per rapporti simili un' idea del passato, che non è più; come anche dell' avvenire, che forse non sarà mai; e si è messo d' avanti un quadro dello stato passato, presente, e futuro del Mondo. Frutti della sua curiosità e del suo ingegno.

Frutti del suo maggior ingegno, i più mirabili, i più utili, sono le invenzioni degli Strumenti da lui adoperati per misurar lo spazio e il tempo. L' uomo sentì i suoi organi molto limitati e insufficienti a' suoi desiderj, ricorse a mezzi estranei, e con questi ha moltiplicata la sua forza,

za, ha accresciuto il poter de' suoi sensi, ne ha rettificato l'uso, riassicurati i rapporti, e ha aggiunta alla sua potenza fisica un' estensione e una esattezza che la Natura pareva ricusargli.

Ma l'acquisto di nuovi organi fattizj ci ha forse diminuito il potere degli organi naturali. Meno esercitati han perduta la maggior attività che potevano acquistare coll' abitudine. Questa perdita però ci è stata forse vantaggiosa. Siam divenuti più capaci di meditazione. L'intendimento più si sviluppa, quanto più il fisico è circoscritto. Co' sensi troppo delicati noi saremmo spesso furori di noi. Chi avesse ad ogni stante sensazioni e idee nuove, sarebbe come un avaro che aumenta sempre un tesoro senza mai goderne l'uso. E' necessario un mezzo tra sensi fini che ci somministrebbero troppe idee, e sensi ottusi che non ce ne darebbero abbastanza. Gli strumenti han questo vantaggio. L'uomo se ne serve a suo arbitrio: li interroga per istruirsi, li lascia per meditare e per combinare i loro prodotti.

L'Astronomia par che non dipenda che dalla vista. Questo è il senso il più esteso, il più prolungato, che ci trasporta per tutto, e ci fa godere il grande spettacolo del Mondo. Ma se l' uomo non avesse impiegato che i suoi occhi, l' Astronomia sarebbe andata poco avanti. Il nostro sguardo non ci dà idea esatta nè del luogo, nè della grandezza, nè della distanza. Noi non abbiamo che una sola guida sicura: e questa è il *Tatto*, il più fedele de' nostri sensi. Bisognava dunque toccare gli Astri per misurarli. Questa impresa è d'un ardire sorprendente, ed ebbe un pieno successo. Ne risultò il primo strumento, che è divenuto fondamentale.

Per

Per giudicar della grandezza, o della distanza, ci conviene toccar gli oggetti. La vista ce ne dà l'idea, dopo ch'è stata lungo tempo nella infanzia rettificata dal tatto. Allunghiamo il braccio per arrivar all'oggetto. Ma se gli oggetti son lontani che la mano non li giunga, nè possiamo trasportarcivi a toccarli, come si ha da fare allora? Come dunque misurar la grandezza e la distanza degli Astri? Si pensò potersi servire del raggio *visuale* che attinge l'oggetto il più lontano. S'immaginò l'*alidade*, che è una lunga riga di legno o di metallo, che posta sott'occhio, gli fissa la direzione. Il raggio visuale va sempre in linea retta, come una corda tesa dall'oggetto all'occhio. Quando dunque si mira un astro, e si fa andar il raggio visuale lungo l'*alidade*, si ritrova l'astro, che è all'estremità. Onde l'*alidade* è come un bastone prolungato fin al termine della portata della vista. Questo strumento sì semplice, questa riga di legno è il prodotto d'un ingegno profondo, il quale ha dovuto prima osservare, che un uomo scandaglia, esamina, e tocca con un bastone le cose che non può attignere colla mano. Dalle piccole invenzioni l'ingegno passa alle grandi. Dal bastone per toccare piccioli corpi in cortissima distanza all'*alidade* per misurare gli Astri.

Questo bastone prolungato dal raggio visuale basta per attingere un oggetto semplice; ma se l'oggetto è doppio, o di qualche estensione, non basta per abbracciarne la distanza o la grandezza. Vi vuole uno strumento a doppie braccia per comprendere queste distanze e queste grandezze. Si unirono a questo effetto due righe, che a guisa di forbice facessero un angolo tanto più grande quanto la distanza reciproca degli oggetti è mag-

maggiore. Puntando agli oggetti le due *alidadi*, l'allontanamento di queste, o sia l'angolo è la misura della distanza di quelli.

Ma quali misure? Si è sempre misurata un'estensione con una misura analoga: le strade con linee rette d'una lunghezza convenuta; le superficie con quadrati; i solidi pesanti con cubi o con pesi. Ogni estensione ha il suo modulo fisso e determinato dalle convenzioni. Ma qui la misura è un angolo. Come stabilir la quantità di quest'angolo? E quando le quantità son differenti, come determinarne i rapporti? Allora la Geometria non era nata, la communicazione tra popoli non sussisteva; che difficoltà dunque, e quali stenti per inventar le cose più semplici!

Si esaminò il nuovo strumento, e si vide che per gli Astri più lontani bisognava allontanar più le due righe col moto di rotazione su l'estremità comune. Se ne compì la rivoluzione intorno al centro, e si conobbe che questa rivoluzione diveniva una misura fissa e invariabile. Per quanto fosse grande o piccola la distanza degli Astri, l'intervallo fra le due righe era sempre una frazione della rivoluzione intera, ed era sempre possibile assegnarne il rapporto. Vi si pervenne col fare uguali le due righe, e col rappresentare con un circolo di legno o di metallo il cammino che descriveva la riga mobile. Questa circonferenza divisa in gradi diede le stesse frazioni del circolo, e tutte le distanze furono misurabili. Ecco l'origine del circolo. Ed ecco l'origine del pregiudizio sì profondamente radicato che gli Astri non potessero muoversi che circolarmente. I nostri strumenti i più ingegnosi e più raffinati non sono che questo strumento primitivo. Noi ci applaudiamo de' nostri sforzi e de' nostri successi;

ma

ma col corregger dopo tanti secoli i nostri maestri, noi non facciamo che migliorare quello ch' eglino han creato.

Inventato questo strumento, si passò presto alla Sfera di metallo simile alla Sfera Celeste. Ciascuno de' suoi circoli in Alessandria si chiamava *armilla*, e tutta la Sfera portava il nome di *Astrolabio*. Invenzione degli Astronomi antichissimi. Ma quella d' Alessandria era di quindici in sedici piedi di diametro. Un quarto di circolo dal Polo all' Equatore, diviso in gradi, e mobile intorno all' Equatore, serviva a misurar la distanza degli astri, che se ne allontanavano. A questi cerchi si aggiunsero le *alidadi* per dirigere più esattamente il raggio visuale all' astro osservato. Ipparco migliorò l' *alidade* con aggiungervi le *pinnule*, traguardi, due piccoli pezzi di metallo con un piccol traforo in mezzo a ciascuno, per aver più precisa la direzione della visuale.

Riguardo al Sole, si osservava il suo passaggio nel piano de' circoli per mezzo dell' ombra, che la parte superiore del circolo gettava su la concavità della parte inferiore. Quest' ombra era sempre più stretta della grossezza del circolo. Quando l' ombra era nel mezzo, si giudicava che il Sole era nell' Equinozio.

Eratostene aggiunse un cerchio mobile intorno al centro dell' Equatore, abbassandolo e alzandolo col Sole, per rappresentar il suo corso, e per misurar la obliquità dell' Eclittica.

La misura e la cognizione del Tempo è stato il primo scopo de' lavori astronomici. La Natura per l' alternativa della luce e delle tenebre avea regolata quella del lavoro e del risposo. La prima divisione del giorno fu semplice: fu in

quattro parti, mattina, mezzodì, sera, mezza notte. Ma queste misure eran vaghe, e incerte. Per dividerle in parti uguali s'impiegaron due mezzi: le *Clepsidre*, e i *Quadranti*.

Nelle *Clepsidre* la caduta dell'acqua, diretta e moderata con certi artifizj, indicò le ore. Allo stesso oggetto servono i *Quadranti*, su quali l'ombra d'uno stilo cammina seguendo il moto del Sole. Strumenti della più remota antichità.

Dalle armille, o sia da' circoli divisi, sono nati i *Quadranti*. Un Quadrante non è che un circolo descritto sopra un piano: è un'armilla semplificata. Questo circolo diviso in sessanta gradi, e poi in dodici parti relativamente alle dodici porzioni dell'Equatore dava due divisioni del giorno; l'una in sessanta parti, l'altra in dodici.

Queste ore furon da principio uguali; dodici per il giorno, e dodici per la notte. Ma se i giorni sono inuguali, inuguali divengon le ore ne' differenti tempi dell'anno. La Scienza trasse da' suoi metodi e dalle sue invenzioni la costruzione di orologj per divider la durata inuguale de' giorni in dodici porzioni uguali.

CA-

CAPITOLO VIII.

Astronomia in Alessandria dal 125 prima dell' E. V. fin a' 140 dopo l' E. V.

IPPARCO.

Prima d' Ipparco l' Astronomia non era stata abbracciata nel suo intero: chi ne avea trattato un pezzo, chi un altro. Ipparco ne vide tutta l' estensione, e senza sbigottirsi dell' impresa, cominciò l' opera, e delineò la strada a' suoi successori. Egli forse non fu che il ristauratore dell' Astronomia antica; ma per noi n' è il fondatore.

Il talento di combinazione e di rapporto è il promotore delle scoperte, sempre che vi sia una buona base di fatti, e un corredo di buoni strumenti. Ipparco seppe approfittarsi de' tesori raccolti nell' Accademia Reale d' Alessandria e promosse la Scienza.

Se le Scienze hanno spesso un cammino lento, e sono stazionarie, è perchè aspettano nuovi mezzi per accelerare o ricominciare il loro corso. Giunto l' uomo al termine del suo potere, non apprende più nulla per i suoi organi: ha bisogno di nuovi strumenti che gli creino organi nuovi. Allora egli scuopre un nuovo impero, e lo conquista. Lo conquista con illuminarlo, e non col devastarlo, come fanno i Barbari a forza di danaro, di micidiarj, e di strumenti di distruzione. Per estendere i limiti delle Scienze, si esaminino gli strumenti, si migliorino, se ne inventino, e l' ingegno volerà.

Ipparco tagliò corto su d'ogni autorità. Non volle stabilire che quello ch' ei conosceva di certo. Egli trovò l' anno solare di 365g 5° 55' 12". Osservò che l' intervallo fra l' equinozio di primavera e quello di autunno è di 186 giorni, cioè sette giorni incirca più lungo di quello dall' equinozio di autunno a quel di primavera. Onde il Sole resta sette giorni di più nell' Emisfero Boreale che nell' Australe. Per ispiegare questa differenza, ei ricorse prima agli Epicicli, ma poi all' eccentricità, mettendo la Terra fuori del centro del circolo che il Sole gli descriveva intorno. Il suo talento fu grande per ideare questa eccentricità, ma non abbastanza grande per disfare i venerati circoli celesti.

Quindi fece le tavole del corso del Sole, divise in due parti. La prima del moto eguale uniforme proporzionato al tempo: poiche se il Sole percorre i 360 gradi dell' Eclittica in giorni 365 $\frac{1}{4}$, fa circa un grado al giorno; onde ripetendo questa quantità secondo il numero de' giorni si posson conoscere gli spazj percorsi uniformemente dal Sole per mesi, per anni, per qualunque intervallo determinato. La seconda parte fu delle inuguaglianze che finiscono e si rinnovano coll' anno. Aggiungendo questo al moto medio trovato nella prima tavola, si ha la vera posizione del Sole nell' Eclittica. Formola generale per tutti i Pianeti, seguitata anche oggi giorno.

Ipparco limitò l'esattezza delle sue Tavole a 600 anni. Si accorse che nella durata dell' anno s' intrudevano errori inevitabili.

L' inuguaglianza del corso del Sole condusse Ipparco ad una scoverta importante, qual' è l' inuguaglianza de' giorni. Questa risulta da quella.

Un

Un giorno artificiale di ventiquattro ore è l' intervallo del tempo scorso da un mezzodì all' altro. Ma in questo intervallo il Sole si è avanzato per il suo moto proprio un grado verso oriente, onde non percorre soltanto i 360 gradi dell' Eclittica, ma un altro di più. Quindi varia da 57′ fin a 61′, e questi 4′ di differenza rendono inuguali i giorni. Di più. Il giorno si conta su la rivoluzione diurna intorno ai poli dell' Equatore; ma il Sole va per l' Eclittica, la quale è inclinata all' Equatore. Onde le parti uguali dell' Eclittica rispondono a parti inuguali dell' Equatore. E quand' anche il Sole si avanzasse d' un grado ogni giorno, questo grado sarebbe sull' Equatore parti or grandi or piccole, cioè giorni disuguali. Queste inuguaglianze accumulate fanno quel che ora si chiama *equazione del tempo*, che è la differenza tra il tempo vero e il tempo medio, tra il tempo segnato dal Sole, e quello d' un orologio ben regolato, che va d' un moto sempre uguale e uniforme. Ipparco fece l' inuguaglianza de' giorni tre volte più grande di quella che realmente è.

Ipparco osservò che la Luna s' alza e si abbassa cinque gradi sopra o sotto l' Eclittica; onde la sua orbita è inclinata all' Eclittica 5°. Osservò anche che i *nodi*, o sieno i punti d' intersezione de' predetti due cerchi, sono mobili, e corrispondono successivamente a differenti punti dell' Eclittica. Quindi in differenti punti sono anche le maggiori latitudini della Luna. Conobbe anche l' inuguaglianza singolare del corso della Luna: vide che la sua distanza variava nel corso del giorno e della notte.

Ei conobbe altresì che una stessa eclisse del Sole non è veduta della stessa grandezza ne' differen-

 ti

ti climi. E vide che la causa n'è la grandezza della Terra, da dove gli spettatori posti in diversi luoghi veggono un astro corrispondere a differenti punti del Cielo. L'angolo formato da' raggi visuali di due osservatori, la distanza de' punti del cielo ove eglino riferiscono lo stesso astro, si chiama *paralasse*. Avendo Ipparco conosciuto che quest' apparenza nasceva dalla grandezza della Terra, stabilì riguardare per nulla questa grandezza, e supporre l' osservatore nel centro del globo, e a quel centro ridurre tutte le apparenze. Questa riduzione fonda il calcolo della *paralasse*. Grande e bella scoperta per promovere l' Astronomia.

Ipparco insegnò che le eclissi della Luna sono le sole osservazioni che possono dare direttamente il vero luogo nel Cielo. L' ombra conica della Terra è sempre opposta al Sole. Dunque il centro di questo cono ombroso, il centro della Terra, e quello del Sole sono in una stessa linea retta. Quando la Luna passa pel centro della Terra, è dunque opposta al Sole. Ella è distante la metà del Cielo. Onde calcolando nell' istante del mezzo dell' eclisse il luogo del Sole per mezzo delle tavole, e aggiungendovi 180°, si ha il vero luogo osservato della Luna.

Ipparco fece anche le tavole del corso della Luna, sapendo ch' ella percorre più di 13° al giorno. E vedendo ch' ella si allontana dalla Eclittica fin 5°, inferì che la sua orbita è analoga a quella del Sole, e la spiegò cogli epicicli, o colla eccentricità.

La scoperta della *paralasse* produsse ad Ipparco un' altra scoperta ugualmente importante, che fu il metodo di misurar la distanza dalla Terra ai Pianeti. Se egli s' ingannò ne' risultati, il metodo

non

non perde niente della sua eccellenza, e gli fa grand' onore. La paralasse è formata da' raggi visuali di due osservatori che guardan lo stesso oggetto nello stesso istante: quest' angolo sarà più piccolo, quanto più l'oggetto sarà lontano. Il raggio visuale che dall' osservatore posto su la superficie della Terra va all' astro osservato, il raggio del nostro globo, e la linea tirata dal centro della Terra all' astro, sono tre linee rette che formano un triangolo. L' angolo al centro della Terra è retto; l' angolo all' astro è la paralasse data dalla osservazione; il raggio del nostro globo è noto; dunque si può conoscer la linea tirata dal centro della Terra all' astro; e questa sarà la sua distanza, e si saprà quanti semidiametri terrestri si contengono in essa distanza.

Così Ipparco misurò la distanza della Luna. La sua paralasse è la più grande. Le altre degli altri astri non eran misurabili cogli strumenti di quel tempo. L' intrapresa di misurar la distanza degli astri sì distanti da noi è la più straordinaria che sia mai venuta in mente umana. Il volgo n' è stupefatto, e non persuaso. Il dotto l' ammira considerando la picciolezza dell' uomo su d' un globo sì piccolo; ammira l' uomo ajutato di nuovi organi, applicarli ad oggetti sì lontani. Frattanto inventato il metodo, niente di più semplice.

Ipparco colle sue *alidadi* guarnite di *pinnule* trovò il diametro del Sole di 30″. Quello della Luna, quando è più vicina alla Terra, di 30′; quando è più lontana di 35′, e nella distanza media di 33′ $\frac{1}{4}$.

La distanza maggiore tra la Luna e la Ter-

ra fu da lui stabilita or a 83; or a $72\frac{1}{2}$ semidiametri terrestri; e la minore or a 71; or a 62. Egli esitò, perchè le sue osservazioni non furon precise. Così quella del Sole ora di 1379, ora 1472. semidiametri terrestri. Egli dubitò che il Sole abbia paralasse. Osservò tutto da se; e non prescrisse niente su i Pianeti, perchè non li osservò abbastanza.

Quello che immortalò Ipparco fu l' impresa magnifica di contare le Stelle, e descriverne le posizioni osservate. Una Stella nuova gliene diede il motivo. Altri prima di lui aveano numerate le Stelle, ma d' una maniera vaga. Egli con buon metodo ne formò un catalogo, ma non completo. Ei divise il Cielo in quarantanove Costellazioni, dodici nell' Eclittica, ventuna a settentrione, e sedici al meriggio. Il suo metodo fu ingegnoso. Non si può stabilir posizione nel Zodiaco che rapporto ai punti solstiziali ed equinoziali. Questi punti sono invisibili, nè si posson conoscere che per la comparazione del luogo osservato del Sole, e per le tavole che danno la distanza di essi punti. Ma quando v' è Sole, non vi sono Stelle. Ipparco immaginò fare un' osservazione media per mezzo della Luna. Al tramontar del Sole osservò su le armille la differenza di longitudine tra il Sole e la Luna. Tramontato il Sole, al comparir d' una bella Stella osservò la differenza di longitudine tra questa Stella e la Luna, e così ebbe la differenza di longitudine fra la Stella e il Sole, tenendo conto del moto della Luna nel corto intervallo delle osservazioni. Le tavole gli davano il luogo vero del Sole nell' Eclittica, e così [illegible] il luogo vero delle Stelle. Il luogo d' una o di più Stelle ben determinato

gli servì di termine di comparazione per tutte le altre. Questo è il metodo che si pratica anche adesso. Ipparco costruì un globo celeste, e lo depositò nella specola del Museo. Concepì ancora che le Costellazioni potevano esser progettate in un piano.

Ipparco osservò il moto delle Stelle fisse da occidente ad oriente. Andò più lungi. Osservò che si allontanan tutte da' punti equinoziali con un moto uguale, conservando fra loro lo stesso ordine. Nè ammise quella calotta sferica, su cui tutti i Greci credevano attaccate le Stelle. Egli credè più semplice che i quattro punti cardinali fossero i soli a muoversi, e che le Stelle fossero fissamente immobili. Movendosi dunque i soli punti equinoziali e solstiziali ogni anno, percorron l'Eclittica sì lentamente, che la lor rivoluzione è d' anni 25900 incirca. Ipparco la stimò ancora più lenta: la fece di 36 anni.

La cognizione del moto apparente delle Stelle lungo l' Eclittica indusse Ipparco a riferirla a questo cerchio, e non più all' Equatore, come prima facevan tutti gli Astronomi. A suo tempo il Coluro degli equinozj passava per la prima Stella dell' Ariete. Gli Astronomi han poi lasciato andar le Costellazioni verso oriente, ma hanno conservato agli stessi segni il nome delle Costellazioni usato in tempo d' Ipparco. Onde i segni del Zodiaco son differenti dalle Costellazioni. Il Segno d' Ariete comincia sempre al punto dell' equinozio di primavera, benchè quella Costellazione sia ora tutta nel segno del Toro.

Ipparco trasportò nella Geografia il piano impiegato nell' Astronomia. Come rapportò le posizioni e i moti degli Astri ai circoli della Sfera,

così riferì all' Equatore terrestre la posizione de' paesi che sono su la superficie della Terra. Prima di lui si stabilivano le posizioni de' luoghi coll' osservar l' ombra de' gnomoni nel giorno dell' equinozio. Si era osservato che l' ombra cresce quanto più si va verso il polo. Si distingueva anche i climi per la lunghezza de' giorni: all' Equatore tutti i giorni son uguali alle notti; ma verso il polo i giorni d' estate ingrandiscono talmente che non si contano più i climi di mezz' ora in mezz' ora come i più vicini all' Equatore; ma si contano per ore, e poi per giorni, e per mesi fin al polo, dove in tutto l' anno non v' è che un giorno di sei mesi, e una notte d' altri sei mesi.

Ipparco sottopose all' Astronomia la Geografia, e la fissò su principj certi, sbarazzandola d' ogni congettura, e da' racconti di viaggiatori. Egli immaginò un gran cerchio, un Meridiano che passasse per il polo, e pel zenit del luogo. Osservando per mezzo del gnomone o delle armille la distanza, che su questo cerchio è dal zenit all' Equatore, si ha la latitudine del luogo. Per la distanza da levante a ponente, si han da osservare le parti dell' Equatore intercette tra' Meridiani de' differenti luoghi. Ecco la *Longitudine*. Lo stabilimento del primo Meridiano, da cui si contano tutti gli altri, è arbitrario. Si stabilì allora alle Isole Fortunate che son le Canarie.

Si son chiamate *Longitudini* e *Latitudini*, perchè gli antichissimi credettero che la Terra fosse più lunga da oriente a occidente, che dal meriggio a settentrione.

Ipparco trovò il metodo di determinar le distanze de' varj paesi dal primo Meridiano, cioè le *longitudini* per mezzo delle eclissi della Luna.

Le

Le sue determinazioni furon poco esatte, perchè i suoi orologj non furono che clepsidre.

I paesi situati sotto ciascun Meridiano hanno mezzodì, quando il Sole giunge al Meridiano. Dunque l'ora del mezzodì arriva successivamente in tutti i paesi andando da oriente a occidente in ragione di 4′ di tempo per un grado di longitudine, e di un'ora per 15°, perchè nella rivoluzione diurna i 360° dell' Equatore passano pel Meridiano in un giorno di ventiquattro ore. Tra due Meridiani lontani 10° il più orientale conta mezzodì, e in conseguenza in ogni ora conta 40′ prima dell' altro. Se dunque si osserva una eclissi della Luna, o qualunque altro fenomeno celeste, che è come un segnale, e si scuopre in differenti paesi in differenti ore; se per esempio in un paese si osserva 40′ prima che in un altro, si dovrà conchiudere che quello è 40′ più orientale di questo. Grande ingegno d' Ipparco a stabilire i fondamenti delle nostre più interessanti cognizioni!

Egli rinnovò le osservazioni astronomiche, scoprì l' inuguaglianza del Sole, ne formò le tavole; inventò l'equazione del tempo, la paralasse, la misura delle distanze; intraprese ed eseguì la vera descrizione del Cielo, fondò la Geografia, e la Trigonometria. Con tanta superiorità di merito si abbassò a screditar Eudosso ed Eratostene. E questa è un'altra lezione ben importante da lui lasciata a' suoi pari.

CA-

CAPITOLO IX.

Da Ipparco fin a Tolomeo.

Da Ipparco fin a Tolomeo per tre secoli la Natura riposò. Vi furono molti Astronomi, e l' Astronomia non avanzò un passo. Gemino, Possidonio, Cleomede operaron poco o niente. Sulpizio Gallo si fece grand' onore in predire un' eclisse della Luna la notte, che precedè la battaglia, in cui Perseo Re di Macedonia fu debellato da Paolo Emilio. Quella predizione fu la causa della vittoria de' Romani. Tanta ignoranza era allora ne' popoli! I Romani aveano trasportate a Roma le spoglie del Mondo, e facevan uso de' metodi artronomici come delle statue Greche, senza intender le une, e senza emulazione d' imitar le altre. I Romani non ebbero mai tempo di coltivar le scienze; n' ebbero però per aver Poeti, Oratori, Astrologi.

Il miglior Astronomo Romano fu Giulio Cesare. Istruito de' principj della scienza, osservò anche nelle sue spedizioni militari il levare e il tramontar delle Stelle per unirvi le indicazioni meteorologiche, e farne un Calendario per uso delle sue campagne. In qualità di Sommo Pontefice corresse il Calendario stabilito da Numa. Colui avea complicato l' anno coll' accordare il moto del Sole con quello della Luna. Per fare questa correzione, Cesare fece venir a Roma Sosigene Astronomo d' Alessandria. Sosigene avendo esaminato l' anno di Numa, e l' intercalazione prescritta, vide che il miglior partito era d' abbandonar l' anno lunare, e regolar l' anno civile sul solo corso del Sole. Fece l' anno di 365 giorni, e o-

ogni quattro anni aggiunse un giorno, per tener conto delle sei ore che si accumulano. Questo Calendario riformato da Giulio Cesare, e chiamato perciò *Giuliano*, ha regolato il tempo per quindici secoli, fin ad un' altra specie di Sommo Pontefice Gregorio XIII, che diede il suo nome ad una seconda riforma divenuta indispensabile.

CAPITOLO X.

Storia dell' Astronomia da 125 dell' E. V. fin a 642 dell' E. V.

TOLOMEO.

Egli nacque nella Tolemaide in Egitto. Il suo nome ha fatto credere, senza altro fondamento, ch' egli fosse Principe del sangue. Egli non ebbe bisogno di sì debole risorsa per acquistar l' immortalità. Egli riunì al merito de' suoi proprj lavori quello di aver raccolti i lavori altrui, e di formarne un corpo di cognizioni, corpo prezioso, e perciò rispettato dagli oltraggi del tempo. Il suo Almagesto, che significa in Arabo *la grand' opera*, fa la comunicazione fra l' Astronomia antica e la moderna. Contiene i metodi, o il germe de' metodi, che sono ancora praticati attualmente. E' stato per lungo tempo il libro elementare di tutte le nazioni.

Tolomeo ebbe più fuoco per far sistema, che pazienza per osservare. Complicò epicicli ed eccentricità per ispiegare i diversi moti degli Astri.

Te-

Tolomeo osservò meglio la paralasse della Luna, perchè adoperò uno strumento migliore, composto di due righe lunghe sette piedi, divise in sessanta parti; l' una mobile e posta verticalmente per mezzo d' un filo a piombo; l' altra mobile sopra una terza, che compiva il triangolo, era diretta all' astro coll' ajuto di due pinnule; l' allontanamento delle due righe formava un angolo, che misurava l' angolo della distanza dell' astro al zenit: la terza riga divisa come le altre in sessanta parti serviva a misurar l' angolo delle due righe, di cui ella era la corda. Questo è il modello de' nostri settori di circolo.

Egli volle determinar anche la paralasse del Sole, o sia la sua distanza dalla Terra. A questo effetto misurò il diametro dell' ombra della Terra quando si eclissa la Luna, e trovò che la paralasse del Sole è di 2′ 51″, e la sua distanza 1210 semidiametri terrestri, e quella della Luna sessantaquattro. Onde egli non fece di più d' Aristarco, il quale faceva la distanza del Sole diciotto in venti volte più grande di quella della Luna.

Tolomeo diede un bel metodo per calcolare le eclissi, metodo ben antico, noto a Talete, e a tanti altri più antichi di lui, ma nondimeno poco divulgato. Le eclissi atterrivano i popoli. Noi incominciamo tutti dall' essere ignoranti e timidi: l' esperienza ci crea lumi e coraggio. Onde il solo rimedio per guarir gli uomini sbigottiti da' fenomeni della Natura, è di predire, e specialmente ripetere il tempo dell' avvenimento di essi fenomeni innocenti. La mente s' illumina, si rassicura, e trova regola e successione dove credeva disordine e ruina. Onde chi trovò l' arte di predire

dire le eclissi, fu benefattore degli uomini. Sì gran benefattore è ignoto.

Per predire le eclissi della Luna, convien 1. prevedere se vi sarà eclisse; 2. calcolarne le circostanze, cioè il principio, il fine, la durata, la grandezza; 3. dedurne le conseguenze.

Gli elementi necessarj per questa ricerca sono 1. le tavole de' moti del Sole e della Luna per calcolare in ogni istante le lor distanze; perchè il centro dell' ombra è sempre opposto al centro del Sole, e il luogo del Sole aumentato di 180°, o d' una semi-circonferenza, dà il luogo del centro dell' ombra, e calcolato il luogo della Luna, si ha la sua distanza da questo centro. 2. L' estensione del diametro de' due Astri. 3. La grandezza del diametro dell' ombra.

Se la Luna fosse sempre nell' Eclittica, traverserebbe sempre l' ombra per il suo centro, e si eclisserebbe ogni mese. Ma per l' inclinazione della sua orbita ella sovente passa al di sopra o al di sotto dell' ombra. L' eclisse non avviene che quando la Luna taglia l' Eclittica, o è appresso que' tagli detti *nodi*. Quando la Luna tocca l' orlo dell' ombra, i centri son lontani quanto è la somma de' semidiametri della Luna e dell' ombra. Bisogna dunque che la distanza dalla Luna all' Eclittica sia minore della detta somma, affinchè vi sia eclisse. Questa distanza è 15° 12'.

Quando si è sicuro che vi sia eclisse, se ne determinan le circostanze col calcolare per i differenti istanti la distanza della Luna dal centro dell' ombra. Quando questa distanza è uguale alla somma de' semidiametri della Luna e dell' ombra, è il principio o il fine dell' eclisse. L' istante, in cui questa distanza è la più piccola, è l' istante del mezzo. Se questa distanza si annienta, se i

cen-

centri si confondono, l'eclisse è centrale e totale. Determinato il principio e il fine, si ha la durata. Se il disco della Luna s'immerge tutto o in parte nell'ombra, si conosce la grandezza della eclisse, essendosi convenuto di divider il diametro della Luna in dodici parti che si chiaman *dita*.

Le utilità, che si ricavano dalla eclisse della Luna, sono 1. Se l'eclisse è centrale, il tempo della sua durata fa conoscer l'estensione del diametro dell'ombra. 2. Se è parziale, la quantità delle dita eclissate determinano il diametro della Luna, 3. Calcolando il luogo del Sole per il momento del mezzo della eclisse, si ha il luogo opposto della Luna, e queste osservazioni, che avean servito a costruir le tavole, servono a verificarle. 4. Gl'istanti del principio e del fine della eclisse osservati in un luogo, e comparati con quelli osservati in un altro, danno la differenza di longitudine di que' luoghi.

Le eclissi del Sole si calcolavano presso a poco come quelle della Luna. Il diametro del Sole faceva qui quel che nell'altro caso faceva il diametro dell'ombra. Ma la paralasse assai grande, differente, variabile, dava difficoltà per calcolarne la predizione. Ma vi si riparava col prender le apparenze per realità. Dalle eclissi solari gli Astronomi antichi non ricavavano altro utile che di mortificar gl' ignoranti che deridevan l' Astronomia come tempo perduto in sapere quel che non si può sapere. Le eclissi rispondevan a tutto, e il volgo taceva.

Tolomeo ebbe la gloria di scoprir gli elementi, che per la lor delicatezza non eran visti dagli altri osservatori. Tal è quello della *Riduzione all' Eclittica*. Vi voleva perciò un talento di com-

bi-

binazione, e questo nasce dalla Geometria, che non considera che i rapporti, e fa la mente giusta.

La maggior fama di Tolomeo fu il sistema di Tolomeo. Terra immobile e centro di tutti gli Astri che si aveano tutti da muover intorno ad essa. Sistema antichissimo, e universale, ma acquistò il nome di Tolomeo, perchè egli lo promosse maggiormente, e lo sistemò. Secondo lui Saturno è tra Pianeti il più lontano dalla Terra, indi Giove, Marte, Sole, Venere, Mercurio, Luna. Spiegò i loro moti con circoli, con epicicli, e con eccentricità, e non ispiegò niente.

Per determinar le distanze di questi Pianeti, Tolomeo non ebbe altra regola che la durata delle loro rivoluzioni. Saturno compie il suo giro intorno alla Terra in trenta anni, Giove in dodici; dunque Giove ci è più vicino. Ma di quanto? Tolomeo nol potè sapere, perchè non potè avere la misura comune. Tutte le nostre cognizioni non sono che rapporti concatenati. Gli Antichi paragonaron il diametro del globo al cubito, e successivamente questo diametro alla distanza della Luna, e la distanza della Luna a quella del Sole. Si aveano a seguitar gli stessi passi, e comparar la distanza de' Pianeti a quella del Sole. Tolomeo non potè far questo passo, non ebbe i mezzi necessarj. Non si hanno che pel moto della Terra. Ma la Terra per la sua maestà non avea a girar come gli altri corpi. Chi per maestà si rende sedentario non conoscerà mai nè gli uomini, nè le cose. Tranquilli sul nostro globo immobile come potremmo aver idea dell'estensione del mondo? Percorrendo spazj potrà la Terra per il suo cammino giudicar degli spazj de' Pianeti, e degli altri Astri, e allora le cognizioni si concatenano. Tolomeo compose il suo

Universo di pezzi distaccati, senza conoscerne i rapporti e gli usi. La falsa supposizione della immobilità della Terra sospese ogni progresso in Astronomia, e l'intendimento umano non vi ha fatto un passo da Aristarco fin a Copernico.

Per ispiegar poi le variazioni di moto, che i Pianeti hanno or di qua or di là della Eclittica, e or più or meno, Tolomeo inclinò l'eccentrico al piano dell'Eclittica; e così spiegò la *deviazione*. Inclinò anche il piano dell'epiciclo al piano dell'eccentrico, per così spiegar *l'inclinazione*. Ma con queste due inclinazioni non ispiegò tutto. Egli fu obbligato a render variabile l'inclinazione dell'epiciclo, e dargli un moto di librazione o di oscillazione. Spiegar i fatti della Natura col moltiplicarne le suste, è un allontanarsi dalla Natura. Bisogna far com'essa, molto con poco. Tolomeo la sentì questa bella verità, conobbe l' insufficienza del suo sistema, ma non seppe escogitarne di meglio, e si scusò che non era possibile applicare a que' corpi *divini* le nostre cognizioni de' moti terrestri. Ma perchè stimar *divini* que' corpi? E perchè non adottar l'altro antico sistema, che era pur noto in Egitto, del moto della Terra? E perchè non farne neppur menzione? Quando si è prevenuto fortemente d'una cosa, non si vede altro: si ama quella sola; e si disprezza ogni altra.

Tolomeo stabilì la retrogradazione delle Stelle da' punti equinoziali a un grado ogni 100 anni. Ridusse le quarantanove Costellazioni a quarantotto. Non ammise per Costellazioni nè la Chioma di Berenice, nè l' infame Antinoo deificato dall'adulazione più infame. Tolomeo ne parlò di passaggio.

Tolomeo conobbe la Refrazione della luce. La

lu-

luce è un corpo, la di cui presenza ci fa scoprir tutti gli altri. Ella si riflette da essi per annunciar la loro esistenza col colpire dolcemente il nostro occhio. Ella li adorna di colori che nasconde in se: col dividersi distribuisce le gradazioni, e varia la faccia della Terra, e la rende viva e gaja. Senza luce l' uomo sarebbe fra tanti bisogni e pericoli tristo e malinconico quanto la Natura. Ma questo dono della luce ci espone ad errori, come tutte le cose che ci son grate. La luce agisce per un urto, che batte l'occhio, scuote il nervo ottico, e ci dà sensazione. Ma siccome l' uomo non tocca un corpo lontano che per un corpo intermedio, così quando egli ha la sensazione d'un oggetto lontano, si rappresenta un corpo lungo e d' una sottigliezza invisibile, o una serie di corpi contigui in linea retta che congiungan l' oggetto all' organo. Questa è la idea che abbiamo de' raggi di luce che ci fan vedere, e che chiamiamo *raggi visuali*. Noi collochiamo gli oggetti nella direzione e all' estremità di questo raggio. E' questo il principio de' nostri giudizj, e la sorgente de' nostri errori. E' vero che la luce si propaga sempre in linea retta quando traversa un fluido omogeneo, l' aria, o l' acqua ec.: questo fluido è detto *mezzo*. Ma quando passa da un mezzo all' altro, dall' aria nell' acqua, o nel vetro, se non vi cade perpendicolarmente, le convien cambiar direzione, allontanandosi o avvicinandosi a quella perpendicolare. Questa legge produce la *Refrazione*. L' atmosfera della Terra s' inalza a una mediocre distanza dalla sua superficie. Al di là, lo spazio immenso fin agli Astri, che lanciano e rifletton la luce, è o interamente vuoto, o (il che è più verisimile) ripieno d' *etere*, fluido infinitamente sottile. La luce che ci

 si

si tramanda, vi si muove liberamente; ma giunta ai confini della nostra atmosfera, bisogna che cambj strada. Noi frattanto nel riceverla giudichiamo l'oggetto nella direzione del raggio visuale, e c'inganniamo tanto, quanta è la differenza tra la prima sua strada e la seconda. Questa differenza è effetto della Refrazione.

Possidonio conobbe la Refrazione, ma la applicò male per ispiegar la maggior grandezza degli Astri su l'orizzonte. Cleomene pensò meglio in credere che il raggio di luce incurvandosi nell'atmosfera potesse inalzar il Sole, e farcelo vedere ancorchè fosse sotto l'orizzonte. Tolomeo sviluppò meglio questo fenomeno. Ma non si andò troppo lungi, perchè non si osservarono che il Sole e la Luna presso all'orizzonte. Onde si è creduto fin al secolo passato, che la Refrazione non si estendesse che fin a quarantacinque gradi di altezza. Perciò in Alessandria, dove il Sole nel Meridiano non va più basso di trentasei gradi, non si sentì la necessità d'impiegar la Refrazione. Ne' paesi settentrionali, dove la Sfera è più inclinata, la Refrazione colpisce più gli osservatori. Perciò l'uso della Refrazione fu riservato a Waltero, e a Tico.

Tolomeo conobbe benissimo che la Refrazione non amplifica gli Astri sull'orizzonte. Egli pensò che quella grandezza apparente è un errore prodotto da due nostri giudizj taciti; l'uno è di comparar gli Astri cogli oggetti frapposti, e di giudicarli lontani; l'altro di giudicarli più grandi quanto più lontani. Quando poi son lungi dall'orizzonte, non vi son oggetti intermedj di comparazione, e li giudichiamo minori. Questa spiegazione ingegnosa e vera, rinnovata da Malebranche, è di Tolomeo.

To-

Tolomeo fece anche una buona compilazione di Geografia. Fu un uomo laborioso su gli oggetti più importanti. Abbracciò la Cronologia, la Musica, l'Ottica, la Gnomonica, dopo essere stato il legislatore dell'Astronomia e della Geografia. Visse sessantotto anni nella sobrietà, e rifiutò la mensa d'un Re che lo avea invitato, dicendo che i Re sono come certi quadri da vedersi in qualche distanza.

La gloria della Scuola d'Alessandria finì con Tolomeo. Sussistè ancora per cinque altri secoli, ma senza far più niente in Astronomia; non ebbe che commentatori fin agli Arabi, che ripigliaron lo scettro di questa Scienza.

In que' tempi sterili si trovano Ipsiclè, Giulio Firmico, Teone, e sua figlia Ipazia, la quale fece delle tavole astronomiche, e fu massacrata in una sedizione; Sinesio, Ito, Achille Tazio, Rufo Avieno, Pappo, Proclo, Boezio Romano e uomo consolare al servizio del Re Teodorico.

Anatolio Vescovo d'Alessandria fece uso del ciclo di Metone, che è un periodo di diciannove anni che riconduce i pleniluni ai medesimi giorni del mese, per determinare la celebrazione della Pasqua, e ne fissò il principio a' ventidue di Marzo dell'anno 276 dell' E. V. In sequela il Concilio di Nicea stabilì che i Vescovi d'Alessandria indicassero con lettere circolari a tutti i Vescovi il giorno in cui si dovea celebrar la Pasqua. Allora si stabilì il Calendario Alessandrino sul Numero d'oro, o sia sul Ciclo di Metone di diciannove anni.

Dionisio il Piccolo introdusse nella Chiesa Romana un nuovo Ciclo di 532 anni per la determinazione della Pasqua. Questo periodo è composto di ventotto cicli lunari di diciannove anni, e si chia-

ma *Ciclo Solare*. Ha il vantaggio di ricondurre li stessi giorni della settimana agli stessi giorni del mese e dell' anno Giuliano. Ma questo periodo non è esatto; in 532 anni gli anni Giuliani eccedon di quattro giorni gli anni solari, e la Luna si allontana due giorni.

V' era ancora un piccol periodo di quindici anni detto delle *Indizioni*, forse per que' tributi che si davan a que' soldati veterani che avean servito quindici anni. Non se ne fa quasi più uso che negli atti della Corte di Roma; incominciàn dal primo di Gennajo.

Scaligero moltiplicò poi i suddetti tre periodi, e ne formò uno di 7980 anni, ch' egli chiamò *Periodo Giuliano*, in cui non vi sono due anni che abbiano gli stessi numeri per i tre cicli; e quando è compito, i tre cicli ricominciano insieme nello stesso ordine. Si suppone incominciato 4713 anni prima dell' E. V., e finirà nel 3267. Scaligero propose questo periodo come una misura universale, cui si posson riferire tutti gli altri periodi, le epoche, e le cronologie de' popoli. La sua estensione gli dà questo vantaggio, e molti Astronomi ne han fatto uso.

CAPITOLO XI.

Storia dell' Astronomia dopo il VII Secolo dell' E. V. Presso gli Arabi, i Persiani, e i Tartari.

VERSO la metà del settimo secolo dell' E. V. il Maomettismo stabilito nell' Arabia spirò fanatismo e zelo di conversioni. Gli Arabi soggiogaro-

no

no l' Egitto, e distrussero in Alessandria il più bel monumento dell' antichità. Invano il filosofo Filopono scongiurò il general Amrou di conservar la Biblioteca. Il Califo Omar rispose: „ se „ questi libri son conformi all' Alcorano, sono i- „ nutili; se contrarj, son detestabili ". Per più d' un anno serviron a scaldar le stufe d' Alessandria. Quella celebre Scuola fondata 280 anni prima dell' E. V. finì l' anno 642 dell' E. V. dopo d' aver brillato quattro secoli da Aristarco fin a Tolomeo, e d' essersi sostenuta dopo di lui per cinque altri secoli con meno splendore.

I Barbari son come i fanciulli, che distruggon tutto, han subito rincrescimento di quel che han distrutto, e piangono quel che hanno perduto. Gli Arabi dopo aver incendiata la Biblioteca, e dispersi i dotti d' Alessandria, cominciaron appena scorso un secolo a desiderare il lume delle scienze e delle lettere, e vennero a cercarlo in Alessandria alla stessa sorgente dove lo aveano estinto. Rimuginaron le ceneri che aveano ammucchiate, e raccolsero gli avanzi scappati al fuoco e alla barbarie.

Gli Arabi sono antichissimi, e regnarono in Babilonia 2300 anni prima dell' E. V. Un popolo conquistatore è un popolo potente. Coltivarono l' Astronomia, e i nomi delle Stelle sono Arabi. Gli Arabi adorarono gli Astri. Il loro giorno civile incominciava dalla notte, come presso tanti altri popoli che si regolavano su la Luna. Ma gli Arabi consacravan l' ultimo e il primo mese dell' anno alla Pace. In que' due mesi s' astenevano da ogni guerra pubblica e particolare. Maometto abolì sì bella istituzione.

Maometto riaccese il coraggio degli Arabi, li fece entusiasti e conquistatori. Conquistatori si

 avi-

avidi, che non vi volle meno che la Siria, la Persia, l' Egitto, la Costa mediterranea d' Africa, e la Spagna per sedare la loro ambizione. Le conquiste furon rapide, e la pace condusse l' ozio. Allora considerarono se stessi, si accorsero della loro ignoranza, e sentirono che può mancar qualche cosa ai Signori della terra.

Eglino erano a portata d' illuminarsi. Al nord aveano i Caldei con tradizioni e con biblioteche di collezioni preziose; all' oriente gl' Indiani sì antichi nell' Asia e possessori de' più grandi avanzi dell' Astronomia antica; all' occidente l' Egitto con Alessandria. I Califi richiamarono queste cognizioni in Arabia. Il gusto de' Principi è sempre creatore. Tutti i popoli hanno incominciato a illuminarsi per mezzo de' loro Sovrani. La luce discende ne' popoli rozzi; all' incontro ascende in una nazione colta. L' elevazione sviluppa nell' uomo quel che la Natura gli ha dato. Ma quando le cognizioni si sono ammassate, il sentimento del potere e della grandezza non supplisce nè all' istruzione, nè all' ingegno.

Sul principio del nono secolo sotto i regni di Almanzor, d' Haroun al Raschid, e di Almamon, divenne Bagdad il centro delle cognizioni umane, come Alessandria sotto i Tolomei.

E' famoso l' orologio, che con altri doni mandò Haroun al Raschid per i suoi ambasciadori a Carlo Magno. Era quello una macchina di metallo mossa da una clepsidra che marcava le dodici ore; e v' eran altrettante palle che cadevano sopra un piatto; si aprivan dodici porte, per le quali passavano dodici cavalieri per indicar le ore. Questo orologio dicesi che indicasse molte altre cose. Indica certo che le arti erano ivi coltivate da lungo tempo. I Re posson creare il gu-

gusto, ma non le arti. Le meccaniche specialmente han bisogno di gran secoli per poter aggiungere un nuovo miglioramento a un numero di miglioramenti.

Il vero ristauratore delle Scienze fu Almamon. Suo padre Haroun al Raschid le protesse. Il figlio le amò, le coltivò. Egli ebbe per istitutore Gio. Mesua medico Cristiano, datogli da suo padre per guida ne' suoi viaggj. Ebbe anche per maestro un Persiano chiamato Kessai, che fu sempre nel maggior favore. Un giorno si presentò questi all' appartamento del Principe per dargli lezione. Il Principe, che stava a tavola co' suoi amici, gli scrisse sopra una foglia di mirto un distico del tenore seguente: „ v' è un tempo per „ studiare, e un tempo per divertirsi: questo è il „ tempo degli amici, della rosa, e del mirto che „ ho in testa". Kessai gli rispose sul dosso della stessa foglia: „ Se tu avessi compresa l' eccellenza „ del sapere, preferiresti il piacere che dà a quello „ che ora tu ti prendi; se tu sapessi chi è alla tua „ porta, ti alzeresti subito, e verresti subito a lui „ prosternato a terra a lodare e ringraziar Dio del„ la grazia che ti fa". Almamone lasciò gli amici, e accorse al suo maestro.

Ma gli Arabi non sono lodevoli che per essere stati i depositarj delle Scienze; conservarono il fuoco sacro, che senza di loro si sarebbe estinto. Ci hanno trasmesse le Scienze come le aveano ricevute senza aggiungervi a pena una scoperta rimarchevole. Nè potevan farla; il loro regno non fu che di due secoli, e in così breve durata altro non poteron fare che riannodare il filo delle cognizioni, e rimetter quello che si era perduto. Almamon accordò la pace a Michele III Imperator di Costantinopoli colla condizione di po-

ter

ter raccogliere dalla Grecia tutti i libri di Filosofia. Li fece tradurre in Arabo. Il primo che fu tradotto fu l'Almagesto trovato in Alessandria. Ma più che l'Astronomia gli Arabi coltivarono l'Astrologia e la Magia. Il famoso Albumazar non si applicò all'Astronomia che per fare oroscopi su la durata delle Religioni e degl'Imperi. Almen l'errore ci ha prodotto il bene d'essere stata coltivata l'Astronomia.

Thebith fu un buon Astronomo, determinò la rivoluzione del Sole a 365g 6° 9' 12", più grande di 14" soltanto di quello che risulta dalle nostre osservazioni moderne. Conobbe nel moto delle Stelle l'oscillazione o librazione, ch'egli chiamò *trepidazione delle fisse*.

Albategnio fu il più grand'Astronomo dopo Tolomeo. Intraprese nuove osservazioni per fondar tavole nuove. Scoprì il moto dell'apogeo del Sole, e de' Pianeti. Questa scoperta è una pietra, che gli Arabi posero nella costruzione dell'edificio del mondo. Albategnio scoprì un fatto, la causa fu riservata a Newton.

Alhazen fece nel secolo XI le tavole *Toledane* così dette perchè egli era di Toledo. Pretese correggere quelle di Albategnio, senza esaminare se le sue proprie osservazioni eran più esatte di quelle. La Scienza non cammina che distruggendo. Egli fece anche un trattato d'Ottica. E' questa la sola opera un poco antica d'Ottica, che ci sia rimasta. Forse questa avrà fatto perder quella di Tolomeo. Alhazen vi sviluppa bene gli effetti della Refrazione. Piegandosi il raggio di luce nell'entrare nella nostra atmosfera, inalza gli Astri, e ce li fa comparire prima che nascano, e dopo tramontati. Così il giorno ci si allunga, e molto più per il crepuscolo della matti-

ma, e della sera. Senza refrazione, senza atmosfera l'apparizione e sparizione del Sole ci sarebbero istantanee. Passeremmo in un tratto dalle tenebre allo splendore, e dallo splendore alle tenebre. La Natura ha stabilito in tutto gradazioni per preparare i nostri piaceri, e per diminuirci le pene. Ci giunge il giorno come una delle speranze, se ne va senza che vi pensiamo, e la luce si perde come le nostre forze, come la salute, come la vita stessa, senza accorgercene. Ma a quale altezza si estendesse la nostra atmosfera, Alhazen nol prescrisse. Neppur determinò la quantità della refrazione.

Averroe, il di cui vero nome Arabo era Eba Roschd, famoso medico di Cordova nel secolo XII, credè veder Mercurio sul Sole. Coll'occhio nudo è impossibile. Vi avrà veduta qualche macchia. Egli era poco contento del sistema di Tolomeo. Inclinava ai cerchi concentrici di Eudosso e di Aristotele, ma sentendosi troppo vecchio per intraprenderne il lavoro, lo raccomandò alla posterità. Il primo passo verso il bene è il disgusto del male. Questo disgusto è una fermentazione nelle menti, che annunziava una rivoluzione dell'impero di Tolomeo.

Alpetragio da Marocco ebbe la stessa idea, ma non fece niente di buono. Diede a Mercurio e a Venere una luce lor propria. Anticamente si credè che i Pianeti erano stazionarj o retrogradi, quando mancava loro la luce, e non vedevan più la loro strada. Dacchè i Pianeti andavan in barche per l'etere, i nocchieri, che erano Genj, quando non vi vedevano, si trovavano imbrogliati.

Nel 1179 tutti gli Astrologi Orientali, Cristiani, Ebrei, Arabi annunziarono una gran congiun-

giunzione di tutti i Pianeti per il mese di Settembre del 1186, e in conseguenza la distruzione di tutte le cose per venti e per tempeste. Furono sette anni di terrore mentale. Ma l'anno 1186 passò tranquillo senza tempeste, e senza venti straordinarj. Tutto andò come prima, e anche l'Astrologia.

del moto e della caduta de' corpi, l'invenzione de' telescopj colle numerose scoperte che ne derivarono; vide la sublime teoria delle forze centrali, il vero sistema del mondo, e ne svelò il meccanismo, nel tempo stesso che creò le arti, e produsse capi d'opera di eloquenza e di poesia. Tutto questo fu l'opera di settanta anni: fu l'effetto d'un solo sforzo, d'uno slancio della Natura. Niente di ciò accadde negli Arabi. La cognizione importante del pendolo nacque senza germe, visse senza celebrità, perì senza frutto. Dunque o non ebbero gli Arabi questa cognizione, o la trassero da altre nazioni, come le clepsidre e i quadranti. Una cognizione straniera è per lo più sterile, specialmente se è isolata.

L'Astronomia antica estinta in Persia, passata ai Caldei, traspiantata in Alessandria, fu riportata in Persia dagli Arabi quando conquistarono quel Regno. Quindi nel 1072 l'Astronomo Omar Cheyam determinò l'anno di $365^g\ 5^o\ 48'\ 48''$, come noi lo troviamo oggi. Il principio di quell'anno cadde a 15° de' Pesci, lo condusse intercalando quindici giorni al primo grado d'Ariete e all'Equinozio. Vi stabilì l'intercalazione bisestile ogni trentatrè anni, perchè l'intercalazione ordinata da Cesare di aggiunger ogni quattro anni un giorno, aggiungeva 44' di troppo, poichè la rivoluzione solare non è di $365^g.\frac{1}{4}$, come fu allora supposto, ma vi mancano 11'; onde aggiungendo un giorno ogni quattro anni, si aggiungevan 44' di troppo, e in trentadue anni si trovavano aggiunti 5° 24'. L'intercalazione d'Omar ogni trentatrè anni è ingegnosa, poichè vi voglion quattromila anni affinchè il Calendario si allontani d'un giorno.

I Tartari, che soggiogaron la Persia sotto Gengis Kan, vi protessero l'Astronomia. Gli Astronomi vi sono anche adesso in tal considerazione, che il loro capo dicesi che abbia ventimila scudi annui di appuntamento, e che il Re spenda per gli Astronomi ogni anno più di ottocentomila scudi. Ma che fanno di bello quelli Astronomi? Fanno gli Astrologhi da per tutto, fuorchè ne' Serragli, dove l'impero dell'uomo sul bel sesso non ha bisogno d'Astrologia.

Nel secolo XV l'Astronomia dalla Persia passò nella Tartaria presso i Tartari Usbecki. Ce ne restano le tavole di Ulug-beg pronipote di Tamerlano. Grand' Astronomo e Principe fondò nella capitale, in Samarcanda, un' Accademia di Scienze con osservatorio e cogl' strumenti, e con un gnomone alto almeno 180 piedi. Egli fu detronato e ucciso da suo figlio, come avean predetto gli Astrologhi, e addio Accademia di Scienze.

CAPITOLO XII.

Astronomia de' Cinesi.

Alla Cina l'Astronomia è tutta per l'Astrologia, e l'Astrologia è tutta per il governo dell' Impero. Co' pochi avanzi delle antiche cognizioni astronomiche, e con molta Astrologia la Cina ha creduto ch'ella sola fa quasi tutta la terra, che il Cielo è fatto per lei, che il Sole è l'immagine del Sovrano, la Luna l'immagine de' sudditi. Un' eclisse vi è veramente un affare di

sta-

stato: i mandarini in abito si presentano nel tribunal delle matematiche, si metton intorno a grandi tavole dove l' eclisse è effigiata, consideran e ragionano sulle sue influenze, e quando l' eclisse comincia, si buttan in ginocchio, batton di fronte in terra, e per tutta la città tamburi e timpani per spaventare il dragone celeste che sta per divorarsi il pianeta utile (*a*). Alcuni letterati conoscon la causa dell'eclissi, ma veneran gli usi antichi. Grandi cerimonie anche per il Calendario pieno di predizioni astrologiche.

Frattanto i Cinesi han da tempo immemorabile sfere, gnomoni, clepsidre, per conoscer il moto de' Pianeti, del Sole, la declinazione dell' Eclittica di 23° 39'. Conoscono il ciclo di diciannove anni, e quello di settantasei; hanno stabilita la durata dell' anno un po' più corta di 365 $\frac{1}{4}$, han deter-

(a) Nell' America i Peruani avean consimili idee e pratiche, e battevan i cani affinchè abbajassero in ajuto della Luna: quindi forse il proverbio *abbajar alla Luna*. E avean dodici torri consacrate alle dodici Lune dell' anno, coi Cinesi avean dodici palazzi per lo stesso uso. Altre conformità astronomiche si trovan tra il nuovo e l' antico mondo, come cicli, o periodi di molti anni, e particolarmente il nome di Orsa maggiore dato alla stessa costellazione boreale sì dagli Americani come da' più antichi popoli d' Asia. E quella Costellazione rassomiglia a un' Orsa quanto a qualunque altra cosa. La fantasia diede quel nome. Quindi si può inferire, che il nuovo mondo fosse congiunto al nort coll' antico, e che i popoli dispersi sien colà degenerati pel freddo, pel poco numero, e per altre cause locali.

terminata l' inuguaglianza del moto della Luna; e il loro catalogo delle stelle è di 2500, maggior di quello di Tolomeo in 1500, e quasi uguale a quello di Flamsteedt fatto co' telescopi. Conoscon il moto delle Stelle di un grado ogni cinquanta anni o ad ogni 100: quindi due periodi, uno di diciottomila anni, l' altro di trentaseimila. Vi si avea anche cognizione del moto della Terra, e della inuguaglianza de' gradi, ma poi non vi si pensò più.

Presso i Cinesi sempre indolenti e infingardi, presso gli Indiani ancora imbecilli, e presso i Greci ragionatori sofistici, si son sempre trovati vestigj del sistema del moto della Terra. E come mai concepirne solamente l' idea, contraria alla testimonianza de' sensi, che son le nostre prime guide! guide che noi non abbandoniamo che con rincrescimento quando la ragione ci avvertisce che c' ingannano. Se noi abbiamo avuta ragione di stabilire questo sistema, è stata una specie di disperazione filosofica, e dopo aver tentate tutte le spiegazioni possibili. Convien dire, che que' popoli abbian ereditata questa e altre idee da altro popolo molto anteriore, il quale avea un buon complesso di cognizioni, andate poi in fascio per varie vicende.

I Cinesi non sono commendabili per il miglioramento delle Scienze, ma bensì per l' antichità e per la costanza de' loro costumi, e per la saviezza della loro amministrazione. Son felici. Felice la nazione che unisce la costanza alla saviezza: vive placida e tranquilla senza annojarsi della sua felicità. Ben differenti le nazioni inquiete, sempre tormentate dalla loro attività, cercan e distruggon successivamente l' equilibrio, oscillano intorno alla felicità, e non vi si ferman mai. Tali

sia-

siamo noi altri Europei. Ma tutto è compensato: l' inquietudine produce movimento di pensieri, agitazione, querele, divisioni: dall' ambizione si sviluppa l' ingegno. Se l' Europa è inquieta e burrascosa, è illuminata, e sviluppa la perfettibilità umana. La Cina gode quella felicità che all' uomo è permessa; ma è rimasta nell' ignoranza, o almeno nella mediocrità.

CAPITOLO XIII.

ASTRONOMIA

in Europa da Alfonso X, fin a Copernico.

Dopo un lungo giro eccoci in Europa. Questa è ora la patria delle scienze e delle arti. L' intendimento vi ha spiegato il maggior progresso cogli sforzi seguiti, e per circostanze difficili a riunirsi, per la civilizzazione de' popoli, per la durata degl' imperi, e per la temperatura favorevole all' ingegno. L' edificio dell' Astronomia, fondato nelle prime età, rovesciato dalle rivoluzioni fisiche e morali, conservato in ruderi dagli antichi popoli dell' Asia, rilevato in parte in Alessandria e dagli Arabi, deve la sua grandezza all' Europa. L' Italia e l' Alemagna hanno cominciata, la Francia e l' Inghilterra han sollecitata la costruzione; ora tutte le nazioni vi lavoran di concerto; l' edificio ancora s' inalza, nè si può dire dove si ha da fermare il fastigio della sua altezza maestosa.

L' Europa, eccettuata la Grecia e l' Italia, fu lungo tempo barbara. I Romani conquistando vi sparsero nuovi costumi, e cominciarono à incivilirla. Gli Europei son più moderni degli Orientali. Le vivaje del nord han sempre versato uomini alle contrade meridionali. Il nord pare un centro donde sono usciti più getti di popolazione e di lumi. Il primo si estese per tutta l' Asia ne' tempi remotissimi. Nuovi sciami, trovando l' Asia occupata, si gettarono sù l' Europa. Finalmente in tempi molto più moderni l'eccesso della popolazione settentrionale rispinto dall' Asia e dall' Europa, slabrò in America.

I Celti, i Galli discesero dagli Sciti, e Sciti furon i primi abitanti d' Inghilterra provenienti da' Celti. I più antichi popoli d' Europa son quelli del nort. Gli Svedesi conobbero 2300 anni prima dell' E. V. la lunghezza dell' anno di giorni $365 \frac{1}{4}$. Tutti gli altri popoli d' Europa furono nell' ignoranza intenti a smembrare l' Impero Romano.

Carlo Magno fu il primo a protegger le Scienze. Sacrobosco Inglese fece un compendio dell' Almagesto. L' Imperator Federico II incoraggì i talenti, fondò università. Ma Alfonso X Re di Castiglia coltivò egli stesso l' Astronomia, si propose correggerla degli antichi errori, radunò (vivente ancora suo padre) quanti dotti Cristiani, Ebrei, Mori potè, l' Ebreo Rabin Isaac Abensid, chiamato Hazan, v' ebbe la maggior parte; presedè egli stesso ai loro lavori, e ne risultò l' opera delle *Tavole Alfonsine* che gli costarono quarantamila, ovvero quattrocentomila ducati; nè valevano molto. Comparvero lo stesso

tso giorno ch'egli ascese al trono, cinta la fronte di questa doppia corona. Egli trovava sì difettoso il sistema di Tolomeo, che proruppe e disse: „ Se io fossi stato chiamato al consiglio di Dio „ quando creò il mondo, le cose sarebbero state me„ glio ordinate “. Alfonso più astronomo che savio fu detronizzato da suo figlio, come Ulug-beg, onde fu detto, che per contemplare il Cielo perdè la terra.

In quel tempo, cioè intorno alla metà del secolo XIII, fiorì Alberto Magno Vescovo di Ratisbona, il quale rinunziò il Vescovato per più studiare. Studiò molto, scrisse anche sull'Astronomia, cioè compilò, e non inventò niente. L'erudizione faceva allora tutto il gran merito.

Ben diverso fu Rogier Bacon monaco e dottore in Oxfort. Egli fu un prodigio in quel secolo d'ignoranza. Ebbe il talento d'invenzione; ma non inventò la polvere, e molto meno i telescopj, e gli occhiali. Diede bensì nelle fatuità dell'Astrologia, e dell'Alchimia. Ma anche ne' suoi errori mostrò grand'ingegno. Fece delle opere astronomiche, e trovò che i solstizj e gli equinozj dalla riforma del calendario fatta da Cesare anticipavan di nove giorni sul tempo che Tolomeo li avea osservati; onde conchiuse che in 125 anni vi era l'anticipazione d'un giorno. Non s'ingannò di molto, ed ebbe la gloria d'aver prevista la necessità della correzione del Calendario.

Succede una gran folla di Commentatori e di Traduttori per mettersi in testa sull'autorità e senza esame le cognizioni e gli errori dell'antichità.

Giorgio Purbach professor di matematiche a Vienna verso la metà del secolo XV rinnovò l'

 Astro-

Astronomia in Allemagna. Inventò la divisione decimale più comoda della sessagesimale. L' opera sua più considerabile fu la teoria de' Pianeti, in cui tentò corregger Tolomeo, e gli Astronomi di Alfonso. Tutta la sua correzione consiste in rimettere la solidità de' Cieli rigettata da Tolomeo. Circoli ed epicicli tutto ritornò solido, non potendo il buon Tedesco concepire qual potenza potesse ritenere i pianeti in cerchi fittizj intorno a centri fittizj. Cieli solidi son certo un' assurdità; ma si dura fatica grande a disfarsi de' pregiudizj antichi. Noi non vediamo che solidità e materialità, e tutto quel ch' è permanente è materiale e solido, e tanto più, quanto è più permanente; le macchine non si muovono che in cerchi e in ordigni materiali. Dunque se i moti degli Astri sono durevoli, le loro orbite debbono esser d' una sostanza ben solida. Questa solidità è una forza coercitiva. E' lodevole Purbach d' aver sentita la necessità di questa forza. Non è poi raro che un' idea sana produca un errore. Quando la buona idea sussiste, non è perduta per l' umanità; resta, per produrre sforzi felici.

Suo discepolo e successore in Vienna fu *Gio. Muller* detto Regiomontano. Egli fu il primo a comporre Efemeridi, cioè i luoghi, gli aspetti de' Pianeti, e lo stato del Cielo per trenta anni, indicandovi i giorni per la celebrazione della Pasqua. Un ricco e giovane cittadino di Norimberga Bernardo Waltero spese da Monarca per istrumenti astronomici, e per una stamperia, e diede a Regiomontano i mezzi d' osservare. Onde fu un semplice cittadino ch' ebbe la gloria di fondare l' Astronomia in Europa, e di rinnovarvi la pratica dell' osservazione, Grand' esempio, e senza imitatori! Purlach e Regiomontano inventa-

tárono una cosa utilissima; che fu di aver l' ora vera delle osservazioni per mezzo dell' altezza del Sole e delle Stelle. Questa invenzione, germe di altri metodi, fu un gran passo della Scienza.

Regiomontano nel Febbrajo del 1472 osservò una Cometa; la prima Cometa osservata in Europa; e fu il primo a non riguardarla come un' apparizione istantanea d' una meteora di terrore; la osservò come cosa permanente; ne fissò il luogo nel cielo, la distanza, la grandezza. Egli morì di quaranta anni in Roma chiamatovi da Sisto IV per la correzione del Calendario, che non si fece che un secolo dopo. Si vuole che Regiomontano avesse qualche idea del moto della Terra: idea ben antica. E' certo ch' egli non si preservò dall' errore del secolo, di credere all' Astrologia.

Il suddetto Waltero fu il primo a far uso degli orologj per misurare il tempo nelle osservazioni astronomiche. Il primo a immaginare orologj a ruote e a peso senza acqua, fu Pacifico Arcidiacono di Verona morto nell' 846. Questi orologj a poco a poco si moltiplicarono, e migliorarono; ma vi volle molto tempo che passassero ad uso particolare: costavan molto, e non si collocavano che negli edificj publici. Waltero fu anche il primo tra' moderni a conoscer la Refrazione.

Fracastoro e Turrio, entrambi Veronesi, rimisero in piedi il sistema di Eudosso, che fece girar gli Astri non eccentricamente, ma concentricamente. Ma se i Greci ammisero cinquantasei sfere per ispiegar i moti degli Astri, questi due Italiani ve ne impiegarono settantanove. Conosciuti più moti, aggiunsero più ruote alla macchina. Fracastoro rigettò le intelligenze che si e-

F 3 ra-

rano accordate agli Astri: ciascun Astro avea la sua, la quale gli dava e dirigeva il moto. Chi poi fu men prodigo d' intelligenze, non ne accordò che una sola al mondo intero, e fece di tutto il mondo un grand' animale, cui l' intelligenza dava moto, prima alla totalità delle parti, indi a ciascuna in particolare. Fracastoro non volle più alcuna intelligenza, e pensò che un Astro è mosso da un Astro, come un corpo da un altro corpo. Come poi si facessero questi moti, e come i moti obliqui non si nuocessero, Fracastoro diede molte risposte alle difficoltà. Le risposte muojono, e le difficoltà hanno una virtù feconda. Son le difficoltà che spesso han prodotto delle scoperte. Una sua risposta però gli fa grand' onore, egli fece vedere che ogni moto obliquo si risolve parte in longitudine e parte in latitudine. Egli ebbe dunque la prima idea della decomposizione del moto: questo è un gran tratto di luce gettato su la Fisica celeste.

Per ispiegar poi la varietà di grandezza e di distanza di ciascun pianeta, che pur si movea uniformemente in circolo concentrico, ricorse alla refrazione della luce, ed estese per tutto il Cielo atmosfere di varia densità.

Egli fu ancora il primo de' moderni, che ammise la diminuzione costante dell' obliquità dell' Eclittica, annunziando che finalmente si confonderà col piano dell' Equatore.

CA-

CAPITOLO XIV.

Da Copernico fin a Tico.

SISTEMA non è che disposizione ordinata di fatti. I sistemi son utili, anzi necessarj. Le verità non classificate sono mal note. Senza un ordine qualunque l'uomo si perderebbe nella folla de' fatti, e soccomberebbe sotto la massa delle sue cognizioni.

I sistemi non sono soggetti che alla sola legge d'esser verisimili e necessarj alla spiegazione de' fatti. Ma anche i falsi sono utili. Se Tolomeo non avesse fatto il suo, l'avrebbero fatto i moderni. E' quello un errore indispensabile posto su la strada della verità. Da principio non si vede che per i sensi, e per i sensi si giudica; non si giunge a conoscer il vero nella Natura che dopo d'essersi per lungo tempo ingannato. Il regno delle illusioni deve passare, ma non può esser distrutto che dopo avere esistito. I nostri antenati ci han dunque servito coll'esaurir gli errori.

Il sistema più ardito che mai siasi proposto, è certamente quello di Copernico. Si è dovuto contraddire a tutti gli uomini, i quali giudican tutti per i loro sensi. E' bisognato persuader loro che quel che veggono, non esiste. Invano dunque ciascuno ha veduto dalla sua nascita sorgere ogni giorno il Sole dall'oriente, e traversar maestosamente il Cielo fin all'occidente; invano le Stelle far di notte lo stesso cammino? Sì, invano. Sole, Stelle tutto è immobile. Non si muove che la sola lorda massa che noi abitiamo. Convien dimenticarsi del moto che noi vediamo,

 per

per creder quello che noi non sentiamo. Un uomo solo ha osato proporre ciò, per sostituire una certa verisimiglianza d'intelletto sentita da un piccol numero di Filosofi, a quella de' sensi che strascinan la moltitudine. Questo non è ancor tutto. Convenne distruggere un sistema approvato per tutto il mondo, e rovesciare il trono di Tolomeo che avea ricevuti gli omaggi di quattordici secoli. Le difficoltà producon il coraggio; le intraprese ardite danno forze proporzionate. Un sedizioso dà il segno, e la rivoluzione si fa. Copernico sentì la verisimiglianza del sistema, ardì scuoter il giogo dell'autorità, e sbarazzò l'umanità da un lungo pregiudizio, che avea *ritardato* tutti i progressi.

Nicola Copernico nato a Thorn nel 1473, e fatto Canonico da Watzelrod suo zio materno Vescovo di Varmia, studiò molto nella sua abitazione di Fruemberg dopo d'aver viaggiato per la Germania e per l'Italia, e fu il ristauratore dell'Astronomia fisica, e l'autore del vero sistema del mondo.

Passate ch'egli ebbe in rivista tutte *le migliori* opere d'ogni tempo, si diede a ragionare nel modo seguente:

La figura sferica è fra tutte le altre la sola perfetta; perchè comprende più cose in uno spazio dato, è la più propria a conservarsi, è la più comune alle parti figurate, le gocce d'acqua la prendon subito che sono in equilibrio, e tutti gli Astri sono sferici. Dunque il mondo è sferico.

Una sfera si muove circolarmente. Nel moto sferico non si scorge nè principio nè fine, e tutto vi ritorna successivamente e periodicamente. Quindi i moti degli Astri sono uniformi. Ma don-

donde vengon le loro inuguaglianze? O dal moto di molti cerchi, o perchè la Terra non è nel centro del moto.

Osserva egli poi che quando si vedono corpi in moto, le apparenze sono le stesse, o si muovano essi corpi, o si muova il solo spettatore. Onde se la Terra si muove, noi crederemo che si muovano gli Astri. Ogni giorno vediamo muoversi tutti gli Astri da oriente ad occidente. Si trasporti questo moto in senso contrario alla Terra stessa, e stabilito ch'ella si muova ogni giorno da occidente ad oriente, si vedranno tutte le apparenze in seguela di questa ipotesi. E' ben più naturale far muover uno che dieci mila: è più semplice supporre la Terra in moto, e il Cielo in riposo.

Se la gravità è in tutti i corpi celesti, perchè far la Terra il centro de' loro moti? Si trasporti questo centro nel Sole, e a noi parrà ancora d'esser nel centro di tutti i movimenti. La grandezza della Terra è un niente in comparazione di quella dell'Universo. In qualunque punto l'occhio si situa in qualunque Astro, si crede d'esser nel centro dello spazio immenso dell'Universo. Ogni occhio ha la sua sfera di cui è centro; ma il vero centro del mondo non è che quello de' movimenti.

Con questi ragionamenti Copernico stabilì il Sole immobile nel centro, intorno a cui gira Mercurio, Venere, la Terra colla sua Luna, Marte, Giove, Saturno; ma le Stelle assolutamente immobili. Si aggiunga a questa disposizione il moto della Terra sul suo asse in ventiquattro ore, e si avrà la spiegazione di tutti i fenomeni. Questo è il sistema di Copernico. Sistema non nuovo, ma rinnovato con tanta sicurezza, e

con

con forza tale d'ingegno, che pare suo proprio, e d'un carattere originale. Se questo sistema non fosse mai comparso prima di Copernico, egli l'avrebbe inventato.

Il ragionamento fondato su l'analogia e su la verisimilitudine è quasi sempre più sicuro che la testimonianza de' nostri sensi ingannatori. Se la Terra fosse in riposo, e se il Cielo si movesse intorno a lei in ventiquattro ore, tutte le Stelle, che sono innumerabili, sarebbero obbligate a muoversi, e conservare frattanto gli stessi intervalli fra loro. L'immaginazione è spaventata dalla rapidità che si avrebbe da supporre a questo lor moto. Ancorchè elle non fossero che alla medesima distanza di Saturno, e sono moltissimo al di là, sarebbero tuttavia lontane più di 218. mila semidiametri terrestri; e in conseguenza avrebbero da fare 23. mila leghe per minuto secondo. Se all'incontro si muove la Terra intorno al suo asse, le parti del suo Equatore non fanno che novemila leghe in ventiquattro ore, o 238 tese per secondo, e questo è il *doppio* d'una palla di cannone.

Gli Antichi imbarazzati di tanta rapidità delle Stelle, e dell'ordine costante, che si mantiene fra loro, le immaginarono attaccate a una sfera di cristallo, la quale girando le trasportava tutte senza alterare le loro rispettive distanze. Altre sfere di cristallo furon date ai Pianeti: a ciascuno la sua. Ma se queste sfere de' Pianeti eran attaccate con de' lacci a quella delle Stelle, come potevano i Pianeti aver un moto contrario? E se non eran legate, come aveano il moto diurno e universale? E le Comete che traversano per ogni senso, come non romper que' Cieli di vetro? Per salvarsi da tante difficoltà gli Orientali diedero

ad

ad ogni astro una intelligenza che lo conducesse.
Questa *milizia celeste* marciava colla maggior disciplina. Tutte queste assurdità per lasciare in riposo un grano di sabbia in un angolo dell' Universo. Si faccia girare questo grano di sabbia, e sparisce ogni assurdo. Le apparenze sono le stesse, o si muova il Cielo intorno alla Terra, o si muova la Terra intorno a se stessa. Tra queste due supposizioni la scelta sarebbe libera, se alla prima non fossero unite cause assurde e anche impossibili, e alla seconda una causa semplice e verisimile. In tal caso la scelta è ragionevole.

Frattanto quando nelle Scuole non regnò che la disputa, si ammucchiarono argomenti contro il sistema di Copernico. Riccioli ne riunì settantasette contrarj, e quarantanove favorevoli. A numero Copernico è distrutto. Ma tutti i settantasette si riducono ad uno solo, proposto già da Tolomeo. Eccolo. Se la Terra avesse un moto sul suo asse, i corpi che non sono attaccati alla sua superficie avrebbero un moto contrario, e i corpi lanciati da giù in su non cadrebbero nello stesso primo sito: la tortorella non lascerebbe più il suo nido per timore di non ritrovare più i suoi figli. L' obbiezione svanisce subito, col rispondere che i corpi che sono sulla superficie partecipano del moto della Terra, e girano con essa, onde ricadono là donde eran partiti.

Il più grand' avversario di questo sistema è l' uomo. I sensi lo dominan suo malgrado. Egli non può risolversi a negare un moto, che vede co' suoi occhi, per crederne un altro che non vede e non sente. Tutto gli è in riposo intorno, trova sempre le stesse relazioni. E come può egli

gli persuadersi d' aver percorso due in tremila leghe quando ha dormito tutta la notte senza che punto abbian cambiato luogo le cose che gli sono intorno? Questo sistema dunque non è per gli uomini volgari, che non sono che sensibili. Ma fu combattuto anche dai Dotti. A poco poco però le menti si schiarirono, e si persuaderono che si poteva girar colla Terra senza accorgersene, come in un gran vascello per mare.

Ammessa e provata la rotazione della Terra, il suo moto annuo intorno al Sole soffre meno difficoltà. Abbattuto il pregiudizio, e fatto il primo passo, il secondo è più facile. La complicazione del sistema di Tolomeo era un ammasso di assurdi. Ciascun Astro girava in un epiciclo, il di cui centro era mobile sopra un altro circolo, e intorno a un centro, il quale anche era in moto: e tutto questo imbroglio di tante sfere solide, o di circoli fittizj intorno a centri immaginarj era spesso rovesciato da Comete. Copernico fece man bassa su tutto quell' impiccio, e col moto della Terra spiegò facilissimamente tutti i fenomeni celesti.

Grandissima si è fatta poi la facilità e la verisimilitudine per le prove aggiunte dalle scoperte moderne. La compressione del globo, il raccorciamento del pendolo, la velocità della luce, l' aberrazione delle Stelle, son tutti effetti de' due movimenti della Terra. La teoria dell' attrazione ha compito di dimostrare la necessità del moto annuo. Dacchè questa forza è la cagione del moto nell' Universo, il Sole ch' è d' una massa considerabilmente più grande di tutti i pianeti insieme, deve restare immobile, e farli muover tutti intorno a se. Se fa girarglisi intorno Saturno e Gio-

Giove, quanto più la Terra ch' è più piccola e più leggiera ? L' attrazione non può dunque esistere senza il moto della Terra . Un trattato d' Astronomia non è che una serie di prove del moto della Terra .

Copernico in età di trentaquattro anni compì il suo sistema , e rese inutili le tavole di Tolomeo e di Alfonso . Fece costruire nuovi strumenti , ma non era in suo potere crear le arti . Egli fu sì rispettoso per i suoi predecessori , che pensò cambiato lo stato del Cielo piuttosto che quegli no si fossero ingannati . Questo rispetto è una specie d' idolatria , che lo fece cadere in più errori . Pensò pertanto che il moto della Eclittica non è che oscillatorio , cioè che dopo aver diminuito per un tempo , cresce altrettanto .

Uno de' gran vantaggi del sistema di Copernico fu di misurar le distanze de' Pianeti . Queste distanze non si potevan conoscere senza il moto della Terra . Per conoscer la distanza d' un oggetto lontano in una campagna rasa , convien muoversi a destra e a sinistra ; allora si vede a fianco la distanza tra il primo posto e l' oggetto : misurata la distanza percorsa , si conosce la distanza incognita . La varietà degli aspetti della Luna veduta nel medesimo istante in differenti punti del Cielo , e in differenti siti della Terra (questa è la sua paralasse) fece conoscere a Ipparco la sua distanza . Ma la paralasse è più piccola , quanto più lontani son gli Astri : lontanissimi , è nulla . Fin da un capo all' altro del nostro globo , questa gran distanza non è che un punto . Immobile la Terra , felice quell' uomo che slanciato co' suoi strumenti ne uscisse , e percorresse stazioni spaziose per avere una sufficiente paralasse . Ecco il beneficio di Copernico . Egli pose la Terra in

mo-

moto, e girandovi l'Astronomo novemila leghe di giro, ha una circonferenza d'un diametro di sessanta milioni di leghe: base di una gran paralasse. Ad ogni passo che fa la Terra nella sua orbita ha cambiamenti sensibili de' Pianeti, e le stazioni da scegliere per istabilire le sue misure. Basta solo conoscer bene il moto proprio del Pianeta, stabilir bene a ciascuno istante il luogo dove è veduto dal Sole, e paragonando esso luogo con quello osservato dalla Terra, si ha la differenza che risulta dal cambiamento di sito del nostro globo. Questa è la paralasse del *grand' orbe*, dell' *orbe annuo*. Il modulo delle distanze tra' Pianeti e la Terra è la distanza dalla Terra al Sole. Con questa scala Copernico concatenò tutto il nostro sistema planetario, che prima era di pezzi sciolti.

Il solo difetto di Copernico fu di non bandire gli epicicli, e gli eccentrici per rappresentare le inuguaglianze del moto de' Pianeti. E questa obiezione non gli fu fatta.

Copernico fin a settanta anni non pubblicò la sua grand' opera, nè vi s'indusse a pubblicarla che alle istanze del Cardinal Schonberg. Uscì alla luce nel 1543 a Nuremberg sotto la direzione di Retico suo discepolo. Appena ch' egli vide il suo libro, morì, e non ne vide il successo, che l'ignoranza fece provare a Galileo. Fu singolare la modestia e il timore di Copernico per non offendere i pregiudizj del volgo, e del volgo dotto e sacerdotale, come si vede nella sua prefazione. Dedicò la sua opera a Papa Paolo III, e parlando al Papa non tocca punto la difficoltà de' passaggi Biblici. Ma quel Papa era abbastanza disinvolto: e la giustificazione di Copernico sarebbe stata superflua.

Il

Il sistema di Copernico è ben antico, si è messo in mostra più volte, e perchè non ha fatto mai fortuna che adesso? Perchè l' idea non era ancor matura; il suo tempo non era ancor venuto: vi volevano gli sforzi, i tentativi d' Ipparco e di Tolomeo, e quattordici secoli dopo di loro per dimostrarne la necessità a dispetto de' sensi.

Le idee di Copernico si sparsero dopo la sua morte; ma i talenti resisterono lungo tempo a questa innovazione. Resistenza solita che incontra ogni novità utile. Retico suo discepolo inventò l' uso delle secanti nel calcolo astronomico: quello delle tangenti vi fu introdotto da Regiomontano.

Pietro Appiano detto in tedesco Biennewitz osservò cinque comete, che comparvero dal 1531 fin al 1539, e osservò che le loro code si dirigevano sempre all' opposto del Sole; il che è stato confermato da tutte le osservazioni posteriori. Egli fu seguace di Tolomeo.

E così fu anche Erasmo Reinhold, che fece le tavole Prussiane dedicate ad Alberto di Brandeburg, Duca di Prussia.

Due invenzioni ingegnose prepararono nuovi progressi all' Astronomia. La prima è quella delle traversali. Questa consiste a segnare le divisioni principali su la lunghezza dell' arco del lembo, e metter le suddivisioni sulla larghezza di esso lembo. Questa divisione è utilissima, perchè si può dare al lembo una larghezza sufficiente, affinchè le suddivisioni anche le più piccole vi sieno ben distinte. Non se ne sa l' inventore. E' troppo frequente l' ingratitudine e la trascuratezza verso gl' inventori utili.

La seconda è la divisione di Nonnio, che ha im-

immortalato il suo nome che in Portoghese è Nunnez. Egli fu professor di matematiche in Coimbra. Fu il primo che trattò della strada d' un vascello in mare seguendo sempre lo stesso vento. Risolse altri problemi matematici più curiosi che utili. Ma la sua divisione merita veramente elogj e riconoscenza. Egli pose le traversali in tutto lo spazio pieno tra il centro e la circonferenza del cerchio pieno come gli astrolabj. Vi delineò quarantasei circoli concentrici. Divise il primo in novanta parti per il quarto di circolo, il secondo in ottantanove, il terzo in ottantotto, il quarto in ottantasette ec. Quando si fa un' osservazione, si guarda a qual divisione corrisponde l' alidade, e a questa divisione si rapporta quella de' novanta per il quarto di circolo. Non si ha da far che la regola del tre. Se per esempio l' alidade corrisponde a ventitre del quarto di circolo diviso in ottantadue parti, si dice, se un quarto di circolo diviso in parti ottantadue dà ventitre, quanto ne darà un quarto di circolo diviso in novanta parti o gradi? Nè darà 25° 14' 38''. E così si hanno i minuti, e i secondi, e si evitan gli errori che può commetter l' occhio su la grandezza degli strumenti. Questa bella invenzione fu poi un secol dopo migliorata da Varnier, il quale vi aggiunse un lembo mobile diviso in cinque parti.

Nè teorie, nè osservazioni posson mai essere esatte, se esatti non sono gli strumenti; nè gli strumenti posson mai giunger all' esattezza, se non sono diretti da uomini dotti. L' industria degli Alemanni eccitata da ogni parte fece allora far progressi all' arte degli Orologj, che mostraron i moti del Sole e della Luna, e indicarono i minuti e i secondi. Si costruirono di metallo gli stru-

strumenti che prima eran di legno. Tico, e Birgè coll' impiegar cura e danaro per la costruzione di strumenti produssero una rivoluzione nell' arte di osservare, e le beneficenze del Re di Danimarca, e del Langravio d' Hassia prepararono l' ingegno di Keplero.

Guglielmo IV. Langravio d' Hassia fece costruir a Cassel un Osservatorio ben provisto, e osservò egli stesso coll' ajuto di due professori, Cristoforo Rotman, e Giusto Birge. Il Langravio per trovar il sito delle Stelle introdusse il metodo nuovo de' circoli d' azimuth. Si chiaman circoli d' azimuth quelli che posson passare per l' orizzonte e per il zenit. Fissato lo strumento all' azimuth si osserva nell' orologio l' istante in cui una Stella vi giunge, e nel tempo stesso si misura la sua altezza riguardo all' orizzonte. Così si trova la declinazione della Stella, e la sua distanza dal meridiano. Se l' orologio non è perfettamente regolato, il metodo riesce difettoso. Allora gli orologj mancavan d' esattezza, e Tico biasimò vivamente il metodo, senza prevedere che perfezionati gli orologj questo metodo sarebbe la base di tutte le ricerche astronomiche.

Rotman disertò da Copernico per mettersi sotto Tico, il quale si applaudì di quell' acquisto.

Birge Svizzero inventò il compasso di proporzione, e si vuole anche l' applicazione del pendolo agli orologj, e i logaritmi.

CAPITOLO XV.

Tico - Brae.

Tico - Brae di famiglia illustre ancora sussistente nella Svezia, nacque nel 1546 a Knudstrup nella Scania, e fu destinato alla giurisprudenza, come Copernico alla medicina. Senza ajuto di maestri, e di nascosto s' avvezzò da giovinetto a riconoscer le costellazioni per mezzo d' un globo non più grosso d'un pugno. Queste inclinazioni contrariate sono le sole vere, perchè le sole sperimentate: gli ostacoli le depurano, i gusti deboli e le fantasie spariscono, e non rimane che l' inclinazione naturale aumentata dalla resistenza.

Copernico fu il legislatore dell' Astronomia, riformò il sistema del mondo, trattò la scienza da filosofo. Ma l'arte d' osservare chiedeva un riformatore: questo riformatore fu Tico, dotato del talento de' dettagli, spesso più utile di quello dell' insieme. La Scienza avea bisogno di fatti; *egli* perfezionò i mezzi d' acquistarli. Osservatore infaticabile, emulo del Langravio formò una massa grande di osservazioni, giunse a scoperte brillanti, e brillò tra' più grandi Astronomi della Terra. Egli conobbe se stesso, e in uno de' suoi strumenti fece incidere le immagini di quattro più distinti Astronomi, che secondo lui erano Tolomeo, Albategnio, Copernico, e Tico - Brae. Si biasiman le pretensioni ridicole, si ride d' un' importanza senza motivi, si applaudisce all' uomo superiore che si rende giustizia. Poteva invece d' Albategnio mettervi Ipparco. Copernico non è della stessa classe di Tico e d' Ipparco: quegli era più grande come filosofo che come astronomo.

E-

Egli fu il primo dopo Ipparcò ad osservare nella costellazione di Cassiopea una Stella nuova grande e risplendente, che dopo poco tempo sparì. Vera Stella senza paralassi, che fece allora delirare tanta gente, e che non è che di quelle Stelle che si mostrano per qualche tempo. Tico pensò che la materia di quella nuova Stella fosse tutta celeste, simile a quella delle altre Stelle, ma con miscuglio di parti men pure, le quali han prodotta la sua dissoluzione, mentre tutte le altre si conservan per la lor purità, e duran in eterno. Egli credè che la materia celeste fosse sparsa per tutto, e più abbondantemente nella Via Lattea. Egli vi vide come un buco oscuro, non visto prima, e pensò esser quello un vuoto lasciato dalla materia celeste riunitasi per formarne la nuova Stella. Quella apparenza oscura, se pure esisteva nella Via Lattea, era effetto dello splendore della nuova Stella: una luce grande oscura la bianchezza della Via Lattea. Ma Tico preoccupato della formazione e della distruzione degli Astri, li paragonò a' metalli: i più perfetti non si fondono che a un fuoco forte, e gli altri si fondono più facilmente in ragione della loro imperfezione.

Egli non credè le Comete esalazioni della Terra, la quale non può spingerle tanto insù. Le credè bensì esalazioni de' Pianeti, e perciò hanno della natura di questi, il lor moto, e corta apparizione.

L'ardore di osservar gli Astri, che Tico avea, indusse il Re di Danimarca a concedergli la proprietà dell' Isola di Ween tra la Scania e la Zelanda, e vi fece edificare un castello, cui Tico diede il nome di città celeste, *Uraniburg*. Vi fece mettere la più bella collezione di strumenti che mai fos-

se stata, e molti inventati o migliorati da lui. Egli vi chiamò de' cooperatori per osservare e per calcolare, istruendoli, e mantenendoli a sue spese. Colà e dopo il 1577 egli fece tutte le sue osservazioni, riguardando le altre sue antecedenti come giuochi d' infanzia. Mentre Tico osservava il Cielo nella Svezia, si fece in Roma la celebre riforma del Calendario.

CAPITOLO XVI.

Riforma del Calendario.

Il Calendario andava male nella maniera che fu stabilita da Giulio Cesare e da Sosigene. Eglino stabilirono l' anno civile di 365 giorni e $\frac{1}{4}$; e per tener conto del $\frac{1}{4}$ ordinarono di aggiungersi un giorno ad ogni quarto anno detto *bisestile*. Non ignorarono che il vero anno fosse più corto di circa 5', ma trascuraron questa minuzia. La vera rivoluzione annuale è presso a poco di $365^g\ 5^o$ 49'; onde è circa 11' più corta dell' anno Giuliano. Dunque ogni quattro anni si aggiungevan quarantaquattro minuti di troppo, e il principio del vero anno precedeva sempre di più in più il principio dell' anno civile, così che nel 1582 l' equinozio di primavera cadeva negli 11 di Marzo. Questa anticipazione era prima stata osservata da molti Dotti; e il Cardinal Pietro Ailli nel Concilio di Costanza, e il Cardinal di Cusa nel Concilio Lateranese proposero la necessità d' una riforma. Per mostrar a tutti l' errore del Calen-

da-

dario, Ignazio Dante inalzò in S. Petronio di Bologna un gnomone, affinchè potesse ognuno veder co' suoi occhi il cammino del Sole. Il progetto di Sisto IV sospeso per la morte di Regiomontano, fu ripigliato da Gregorio XIII. Aloisio Luilio medico e astronomo di Verona gli presentò un piano, che il Papa mandò a tutti i Sovrani, e ai più gran Matematici d' Europa per esaminarlo. Fu lodato e approvato universalmente, e fra queste lodi l' Autore morì. Fu ammesso suo fratello alla Congregazione che il Papa a tal oggetto compose di molti Prelati, d' Ignazio Dante, di altri Dotti, e di Clavio, il quale poi spiegò in una grand' opera la forma e gli usi del nuovo Calendario.

Eccone le riforme. Dacchè il vero equinozio solare in capo a 132 anni precede d' un giorno l' equinozio civile, deve in 400 anni precederlo di tre giorni. Dunque si regolò che invece di accrescer un giorno ogni cento anni, non si accrescesse che ad ogni 400. Questo fu facile.

La difficoltà fu a toglier l' errore de' novilunj, che in $312 \frac{1}{2}$ anni anticipavano d' un giorno. I diciannove anni del periodo di Metone hanno ciascuno un carattere distinto, di cui Luilio si approfittò. E questa è l' *Epatta*. Epatta è l' età della Luna, il numero de' giorni scorsi dall' ultima Luna incominciata fin al giorno in cui l' anno finisce. Se il novilunio è, per esempio, al primo di Gennajo, l' Epatta è nulla, è zero. Dodici Lune non fanno che 354 giorni; onde il novilunio incominciato coll' anno, accaderà la tredicesima volta nel giorno 355^{esimo}, e finito l' anno in capo a 365 giorni, l' età della Luna, o sia il numero de' giorni scorsi dall' ultimo novilunio sarà

di undici giorni. L' Epatta dunque crescerà ogni anno undici giorni. Ma la durata della Lunazione non eccede mai giorni 29 $\frac{1}{2}$; dunque l' Epatta non può mai passar trenta giorni. Convien dunque sottrarre trenta giorni dall' Epatta, quando sorpassa questo numero. Così si formò la serie delle diciannove Epatte del ciclo lunare, 0, 11, 22, 3, 14, 25, 6, 17, 28, 9, 20, 1, 12, 23, 4, 15, 26, 7, 18. Nell' ultimo anno alle diciotto Epatte si aggiungono undici giorni, e si ha ventinove, che si dice il salto della Luna, e si dovrebbe dire il salto dell' Epatta. Questi diciannove numeri corrispondono secondo il loro ordine ai diciannove anni del ciclo di Metone.

Luilio ebbe l' idea semplice e felice di scrivere nel Calendario i suddetti numeri nel loro ordine naturale, 0, 29, 28 ec. cominciando dal primo di Gennajo, mettendoli a fianco di ciascun giorno del mese. Questi numeri ripetuti dodici volte fanno 360 giorni; ma ogni lunazione è di circa giorni 29 $\frac{1}{2}$, e dodici lunazioni sono 354 giorni, bisognò che ogni due mesi vi fosse un giorno da mettervi due numeri, affinchè la totalità non eccedesse 354, e l' Epatta si trovasse giusta al fine dell' anno. Per rimediar poi all' anticipazione d' un giorno de' novilunj in capo a 300 anni, si aumenta l' Epatta d' un giorno. Per causa poi della irregolarità del Ciclo di Metone si stabilì una tavola, in cui s' indicasse quale delle suddette trenta serie doveva servire in ogni secolo, avendo riguardo al giorno che si dovea aggiungere all' Epatte in capo a 312 $\frac{1}{2}$ anni; e riguardo anche ai tre giorni da sottrarsi dall' Epatte ogni quattro se-

co-

coli per la correzione dell' anno solare. La tavola del Calendario Gregoriano consiste 1. in una tavola di trenta serie, ciascuna di diciannove Epatte: 2. in una tavola delle serie servibili nel secolo in cui si è: 3. il quanto del periodo di Metone, o del numero d' oro, per indicare quale delle diciannove Epatte appartiene all' anno.

Gregorio XIII. pubblicò solennemente questa correzione in Marzo del 1582, togliendo undici giorni a quell' anno, e in Ottobre si passò in un tratto da' quattro a' quindici. Vi si uniformarono tutti i Principi Cattolici, ma non già i Protestanti. In questo secolo però vi si sono uniformati tutti, fuorchè la Russia, la quale seguita ancora il vecchio stile.

Questo Calendario non è senza difetti. Quando si fece la riforma, i novilunj anticipavano quattro giorni, e non se ne tolsero che tre. Le lune astronomiche anticipano ancora un giorno, e qualche volta più quelle del Calendario. Altro difetto di fissar l' equinozio a dì 21 di Marzo, equinozio fittizio, il quale è ora preceduto, ora seguito dall' equinozio vero, ch' è il momento in cui il Sole, o sia la Terra girando inugualmente giunge all' Equatore.

CAPITOLO XVII.

Proseguimento delle Osservazioni di Tico.

Tico fu il primo, che determinò l'effetto della refrazione, e la impiegò a correggere le osservazioni. Determinò anche bene la refrazione orizzontale, ch'è quella che inalza gli astri quando si mostran all'orizzonte; questa è la più grande, e Tico la fece presso a poco di 34', come ora si fa. Ma egli non fu felice nella causa fisica di questo fenomeno. Egli avea distrutte le sfere di cristallo, e rimesso l'etere degli Antichi. Ma attribuì la causa esclusiva delle refrazioni ai vapori grossolani che nuotano nell'atmosfera, e non trovò refrazioni al di là di 45' di altezza. Pretese anche che le refrazioni delle Stelle non fossero le stesse che quelle del Sole, e che la distanza era causa di refrazioni più grandi. S'ingannò e su la causa e su gli effetti.

Egli stabilì l'esatta posizione di 777 Stelle. Trovò che il loro moto in longitudine, o sia la loro retrogradazione da' punti equinoziali, è di 51" per anno, o di un grado in 71 anni. Scoprì anche che la latitudine delle Stelle, che Tolomeo credè immobili, avea cambiato da quel tempo al suo, e ne attribuì la causa alla variazione dell'obliquità dell' Eclittica.

Tico scoprì ne' moti della Luna una terza inuguaglianza. Gli Antichi ne conobbero due; una che giungeva fin a 5° nelle sizigie, cioè ne' novilunj e ne' plenilunj; l'altra nelle quadrature fin a 7° 40'; la terza osservata da Tico è di 40' $\frac{1}{2}$, ed è nella metà dell'intervallo tra le sizigie e la quadra-

dratura. Scoprì anche inuguaglianza nel moto de' nodi, che si compie presso a poco in diciannove anni, e ch' era stato creduto uguale e uniforme. Ma ne addusse causa falsa. Egli vide meglio gli effetti che le cause. Non parve dotato della facoltà di generalizzar le sue idee.

Tico distrusse il sistema di Tolomeo, e quello di Copernico per proporre il suo. Eccolo. Egli fa muover le enormi masse di Saturno e di Giove cogli altri Pianeti e Comete intorno alla massa ancora più enorme del Sole: quest' ammassamento di corpi sì pesanti circola tutto intorno alla Terra, piccola, leggiera, posta nel centro dell' Universo, di cui ella non è che una parte infinitamente piccola, e ha da regger tutto malgrado la sua poca importanza. Quest' atomo sia immobile; e la sfera delle Stelle gli faccia il servizio di girargli intorno in ventiquattro ore con una rapidità inconcepibile. Qual legame poi unisca tutti questi corpi, e li ritenga in freno, Tico non si curò d' indagare. Descrisse accuratamente i suoi strumenti, e le sue osservazioni, e lavorò sempre in cose nuove.

Tico applicato a tanti importanti lavori, re d' un' Isola consacrata interamente al Cielo, fissava gli sguardi di tutta l' Europa. I Dotti vi facevan de' viaggj per consultarlo, i Grandi vi andavano per vedere una curiosità. Nel 1590 Giacomo VI Re di Scozia andato per isposare la sorella di Federico Re di Danimarca visitò con tutta la corte l' Astronomo, e gli fece de' versi in lode. Dopo venti anni nella pace della solitudine, occupato nelle sue meditazioni, lontano dalle corti, difeso dalle tempeste del mare, si credeva inaccessibile a qualunque altra tempesta. Chi non ha pretensioni che in Cielo, non pensa di far ombra

ad

ad alcuno in terra. Ma v'è asilo contro l'invidia? La felicità del Savio dispiace ai cattivi, lo spettacolo della pace importuna la lor mente agitata. Morto il Re di Danimarca protettore di Tico; gli si tolsero le pensioni, e quel ch'è più orrendo, gli si proibirono i lavori astronomici e chimici. I medici eran indemoniati ch'egli componesse de' buoni medicamenti, e li dispensasse gratis. Fin un cane ferito alla caccia gli eccitò animosità. Ma il terribile persecutore fu il ministro Walchendorp. Si deve l'immortalità ai maligni per intimorire i viventi.

Tico si bandì dalla sua patria, caricò sopra un vascello la sua famiglia co' suoi mobili, i suoi libri, i suoi strumenti, ch'eran anche sua famiglia. A Tico non mancò patria, gli apparteneva l'Universo; tutti lo accolsero come un benefattore. L'Imperator Ridolfo se lo cattivò con pensioni, con donativi, e con assegnargli due cooperatori degni di lui, Longomontano e il celebre Keplero. Tico si fissò a Praga, ma dopo quattro anni ch'era partito dalla sua Isola solitaria, sempre coll'amarezza nel cuore, morì di cinquantacinque anni nel 1601. Si consolò di morire, ripetendo più volte: *non ho vissuto inutilmente*.

Dopo cinquanta anni Uraniburg non fu più: non vi restò nè vestigio, nè rimembranza. Esempio in piccolo de' cangiamenti del mondo, e delle rivoluzioni dell'ignoranza.

CA-

CAPITOLO XVIII.

Astrologia del tempo di Tico.

La diversità delle opinioni è infinita: tante idee differenti, quanti i tratti delle fisonomie: sopra una materia data quanti uomini, tanti pareri: le idee estreme esistono contemporaneamente, e i talenti si dividono per tutte le gradazioni. In questa moltitudine ove tutto differisce, come fissare l' opinione d' un secolo? Non dalla credenza de' Grandi: i Grandi non sono che uomini, cioè più deboli e più superstiziosi, perchè han più da perdere. Non dalla credenza del popolo, ch' è stupido e credulo, e converte quasi tutte le opinioni in errori. Convien prima depurare quel che si vuol esaminare. Quando i liquori riposano, la feccia precipita, e la purità galleggia. Convien lasciar riposare la massa delle opinioni: le idee popolari non sono che il sedimento; le vere opinioni d' un secolo non sono che nelle teste de' suoi valentuomini.

L' opinione del secolo di Tico è dunque nella testa di Tico. Quel grand' uomo fu Astrologo e superstizioso. Situato fra gli Astrologhi ignoranti suoi predecessori e gli Astrologhi illuminati del suo tempo, egli ebbe ancora un piede nel fango dell' ignoranza, e si agitò invano per uscirne. Tico fu infetto d' Astrologia dall' infanzia, ma a forza di buona Astronomia egli fu il primo a disgrassarsi di tutti gli errori fuorchè d' un solo, questo fu di prestarle credenza. Dunque la credenza all' Astrologia fu l' opinione di quel secolo. Egli fu attaccato all' Astrologia per quel principio che ne fa il fondamento, cioè per l' opinione che le co-

se

se umane son soggette a vicende, e le lor vicende possono dipendere dalle rivoluzioni costanti degli Astri.

A forza di predizioni strampalate di rovesciamenti e di distruzioni universali, non mai avverate, gli Astrologhi divennero più accorti: gli onesti tacquero per onor dell' arte; i furbi trovaron più profitto a ingannar i creduli in segreto. Tico si accorse del discredito dell' Astrologia, e intraprese a difenderla. Le apologie sono una necessità fastidiosa. Egli s' impegnò riconciliar l'Astrologia colla religione e colla ragione, e farne una guida di nostra condotta. E' uno spettacolo interessante veder un grand' uomo alle prese colla ragione.

Se tutto in terra è concatenato; se minerali, metalli, vegetali, insetti, rettili, han le loro virtù; se tutto è legato da bisogni reciproci; i soli Astri, i più grandi corpi della Natura, durevoli, permanenti, saranno oziosi, inutili, infecondi?

Mà chi avea detto a Tico che tutto è per l' uomo?

Egli soggiunse, che possono gli Astri esser segni come caratteri d' un gran libro, dove la storia compita del mondo sia scritta.

Questo non è impossibile, come non è impossibile che la stessa storia sia ne' ciottoli.

Ma Tico vide la tanta influenza che ha il Sole su la terra, vide l'influenza che ha la Luna sul flusso e reflusso del mare, e credè che la Luna influisse anche nel cervello degli animali, nel midollo delle loro ossa, sul sugo degli alberi, e che i granchi e le conchiglie crescessero e decrescessero colla Luna. Così certe Stelle portan tempeste, Marte congiunto con Venere piogge e saet-

saette, Giove con Mercurio venti e burrasche, Sole con Saturno nuvolo e tristezza. Egli giunse a riguardar le Stelle come le femmine de' Pianeti: questi nel lor passaggio fecondan quelle, e i prodotti de' loro amori sono continuamente versati su la terra. Ecco l' uomo impastato più di cose celesti che di terrestri, dacchè queste sono tutte imbevute di quelle; la sua anima poi è una porzione del Cielo stesso. Infatti Tico trovò la struttura del corpo umano sì analoga alle proprietà de' sette Pianeti, ch' egli credè che la Natura ripeta in piccolo in ciascuna macchina d' uomo le operazioni grandi che eseguisconsi da' Pianeti negli spazj celesti. Quindi l' uomo fu chiamato *microcosmo* o piccolo mondo. Il suo cuore è il Sole che vi produce il calor vivifico; il cervello è la Luna, donde vengon le idee influenti, crescenti e decrescenti; il fegato è Giove sanguigno e vitale; i reni serbatojo della riproduzione debbono esser Venere; la milza deposito della bile non può esser che Saturno; il fiele Marte; e il polmone è agile, e soggetto alle stesse vicende e funzioni di Mercurio. E tante ridicolezze da un Tico!

Egli credè all' Astrologia e ne fu il difensore, ma non fece mai alcuna predizione; non la esercitò. Egli fu grand' Astronomo, e lasciò un prezioso deposito d' osservazioni e di strumenti. Ma non fu filosofo; dominato da' prestigj dell' Alchimia e dell' Astrologia, fu imbevuto di tutti i pregiudizj del suo tempo. Fu tra' confini di due secoli, fra le tenebre dell' uno e l' alba dell' altro, fra l' errore e la verità.

La vera Astrologia è la morale. Senza Astri si vede una strada tranquilla e fiorita aprirsi sotto i passi della virtù, e si vede il vizioso cammina-

re al precipizio. La tarda sperienza de' vecchi, l' esperienza prematura d' una gioventù ragionevole, mostran le disgrazie dopo le imprudenze, l' obbrobrio in seguela del vizio, e i gran naufragj termine ordinario delle passioni grandi. Il preteso libro degli Astri è così chiaro quanto queste lezioni?

LI-

LIBRO II.

Astronomia Moderna.

L' opinione de' moti circolari come il cammino unico e semplice della Natura celeste, è il carattere dell'Antichità. Cancellato questo carattere, il regno degli Antichi è finito, e comincia quello de' Moderni e la lor superiorità. Da venticinque secoli gli uomini cercavano la semplicità, e credevano averla ritrovata in Cielo dove tutto mettevano in circoli. Ma l' uomo, cui tutto è difficile, è egli giudice della vera semplicità?

E' anche una bella idea il ridurre l' economia della Natura all' unità. Ma la Natura fa pompa di varietà e di magnificenza: niun essere rassomiglia all' altro. La sua unità è profondamente nascosta, la sua semplicità è un principio vasto e sublime. L' uomo non vede che cose separate prima di considerarle insieme. Onde la semplicità, l' unità non è un' idea della infanzia del mondo, ma della maturità degli uomini. Keplero pervenne a scoprirla.

CA-

CAPITOLO I.

KEPLERO

nato nel 1571 *a Wiel nel Wirtembergbese, morto nel* 1631.

Keplero ebbe il privilegio degli uomini grandi, ch'è di cambiar le idee ricevute, e di annunciar verità che spandan le loro influenze sul resto de' secoli. Keplero coll' ascendente del suo ingegno cominciò la nostra superiorità, distrusse l'edificio degli Antichi per fondarne uno più stabile e più elevato. Egli è il vero fondatore dell' Astronomia moderna; è un dono che la Germania ha fatto all' Europa.

Keplero dalla sua prima giovinezza adottò il sistema di Copernico, ma si diede a idear le prime cause de' corpi celesti immaginando de' Trigoni, *Stelle in triangolo*. Tico gli consigliò di applicarsi alle osservazioni prima di rimontare *alle* cause. Egli vi si applicò specialmente quando ereditò le osservazioni di Tico, cui egli fu successore nell' Università di Praga. Esaminò prima di tutto col talento di Riformatore le differenti parti dell' Astronomia. Incominciò dall' Ottica, negletta talmente ch' era rimasta come l' avea lasciata Tolomeo, tradotta da Alhazen e commentata da Vitellione.

L' Ottica ha per oggetto la visione. La luce abbellisce il mondo, e l' occhio lo vede. La luce cade su i corpi, ne prende l' impronto, e lo trasporta per tutto, e come se avesse pennelli e colori da dipingere, forma su la retina la minia-

tu-

tura del mondo, e lega all' esistenza dell' uomo quella di tutti gli esseri che lo circondano. L' Ottica abbraccia dunque il meccanismo dell' occhio, la natura de' raggi della luce, e il cammino di questi raggi riflessi, refratti, e alterati ne' differenti mezzi che traversano per giunger fin a noi. E' ben essenziale conoscer gli strumenti che s' impiegano, e valutarne gli errori. La vista è il primo strumento dell' Astronomia. La luce è anche una specie di strumento. Convien dunque esaminar come agisce, e se i suoi rapporti son misti di verità e di errori. Keplero si propose questi oggetti. Non giunse a scoprir la natura della luce, ma ne incominciò la traccia, che Newton poi approfondò.

Tra gli effetti della luce il più importante per gli Astronomi è la Refrazione. Tico fece cessar la Refrazione a quarantacinque gradi d' altezza, attribuendone la causa ai vapori grossolani, da' quali son prodotti i crepuscoli. Pure il principio n' è ben semplice. Il raggio di luce passando per l' etere sottilissimo nell' aria che lo è molto meno diverge dal suo cammino, e molto più si piega quanto incontra aria più densa ch' è più vicina alla superficie della terra.

Keplero per conoscer la quantità della Refrazione dell' aria, si servì di quella dell' acqua. Guardando verticalmente un oggetto in un vaso pieno d' acqua, si vede nel suo vero sito; ma se l' occhio si allontana dalla verticale abbassandosi continuamente verso il piano orizzontale della superficie dell' acqua, l' oggetto s' inalza di continuo: questi inalzamenti fuori del suo primo sito sono effetti della Refrazione, e si possono misurare. Keplero osservò che la Refrazione cresceva quanto più l' occhio si abbassava, e pensò che dipen-

desse dalla inclinazione del raggio visuale: e questo è vero. Ne attribuì la causa alla resistenza del mezzo: causa per allora verisimile. Egli calcolò le Refrazioni essere ben piccole dal zenit fin a quarantacinque gradi, ma non credè già che cessassero a quarantacinque gradi. Se egli non ne trovò la vera legge nè la vera misura, i suoi sforzi non furono infruttuosi, anzi ne produssero de' più utili. Se noi consideriamo il suo lavoro dall'alto delle scienze migliorate, vedremo mancarvi una verità; ma trasportandoci a' tempi di Keplero, vi vedremo il primo successo dell' ingegno inventore.

Keplero fece ancora un passo verso la verità. Generalizzò la causa delle Refrazioni, e stabilì che erano per tutti gli Astri. Egli conobbe altresì che la Refrazione non è la stessa su tutta la superficie della terra, ma è maggiore quanto più si è avvallato o in regioni d' aria più densa, come si sperimenta nelle regioni glaciali.

Keplero meditando sul cammino della luce, creò una scienza nuova, che intitolò *Astronomia ottica*. Questa applicazione dell' Ottica all' Astronomia perfezionò la teoria delle eclissi. L' ombra della Terra non è pura, come è quella de' corpi opachi in un luogo senza riflessi. La Terra per la sua atmosfera fa un' ombra chiara in certi luoghi; e questa è la penombra ignota agli Antichi, e ben nota a Keplero. Onde l' eclisse della Luna comincia e finisce sempre nella penombra, e allora il di lei disco si lascia ancor vedere tinto oscuro; quando poi ella entra nell' ombra vera, non si vede più. Egli insieme col suo maestro Mestlino stabilì che la Luna e la Terra si rischiaravan mutualmente. Se la Luna ci mostra le sue fasi, la Terra le mostra le sue, ma dieci o dodici

vol-

volte più luminose, perchè la Terra è più grande. Quando la Luna è nuova, e non ci mostra che un arco luminoso, il nostro lume riflesso ce ne fa veder tutto il disco d'un color cenerino. Questi fenomeni avean fatto credere agli antecessori di Keplero che la Luna o avesse un lume proprio, o fosse trasparente. Keplero benchè senza telescopj, giunse a conoscere che la superficie della Luna è scabrosa, con valli e con montagne; onde le macchie provengon dalle valli, che sono men proprie a riflettere la luce.

La camera scura inventata allora da Gio. Battista della Porta somministrò a Keplero un mezzo proprio per misurare il diametro del Sole. E questo è anche utile nell'osservazione delle eclissi. Egli attribuì al Sole un'atmosfera. Quindi fece poi scoprire che i suoi raggi passando presso alla Luna quando ci occulta il Sole, si rifrangono e c'ingrandiscono la di lui immagine. Si servì anche delle eclissi solari per le longitudini terrestri, e seppe ben calcolare tali eclissi.

Keplero credè prima che i Pianeti risplendessero parte per luce propria e parte proveniente dal Sole. Ma dopo che Galileo mostrò la verità co' telescopj, Keplero si persuase, che i Pianeti eran globi opachi e terre simili alla nostra, e che tutte le Stelle eran come Soli. Opinione ben antica, e rinnovata da quel Giordano Bruno Napoletano, il quale fece il mestiere di contraddire a tutte le opinioni più ricevute. Chi si solleva contro tutte le idee degli uomini, è sicuro d'incontrar qualche verità.

Nel 1603 comparve una Stella nuova a piè del Serpentario, e sparì nel 1606. Questo fenomeno diede una bella occasione a Keplero di fulminare l'Astrologia come una infermità dell'intelletto u-

mano. Pure non erano che cinque anni ch' era morto Tico suo maestro; ma il maestro era prevenuto dalla infanzia, e il discepolo esaminava tutto col suo ingegno. Egli si rise della creduta relazione tra i nomi degli Astri e le loro proprietà; nomi arbitrarj, o dati per denotare che quando apparivano era il tempo della messe, della vendemmia, della pioggia, ma non già che v'influissero punto. La maggior parte delle Stelle aveano nomi prima che l' esperienza avesse insegnato quel che potevano annunciare. Keplero non fu però esente d' ogni pregiudizio. Credè che le congiunzioni de' Pianeti potessero aver degli effetti su gli affari politici.

Riguardo alla scintillazione delle Stelle, Keplero immaginò che provenisse dal loro moto di rotazione, per cui come tanti diamanti faccettati e angolosi mostrassero parti or più or meno brillanti. Ma anche i Pianeti han moto di rotazione, e non scintillano. Meglio Scaligero che attribuì quella scintillazione ai vapori che nuotan per l' aria, i quali tolgono alternativamente, e danno la luce, e la fanno comparir tremolante: *quel tremollìo* è la scintillazione. Finora non si è addotta causa più verisimile.

Keplero, fisico quanto astronomo, considerò la Natura come un tutto, di cui l' insieme e i dettagli hanno la stessa sorgente, e in cui le piccole cose si operano collo stesso meccanismo che le grandi. Questo suo primo pensiero è una scoperta, e una verità fecondissima. Fu questa la regola de' suoi lavori, ed è divenuta la base della Fisica, e dell' Astronomia. Quindi l' applicazione senza numero delle comparazioni moltiplicate, donde sortono rapporti e verità. Se Keplero vedendo molto, non vide tutto, noi siamo oggi gui-

dati

dati dal suo pensiero, e vediamo ancora per i suoi occhi. Egli non vide un fatto, che non ne cercasse la spiegazione. In occasione della nuova Stella prementovata, egli disse che tutte le parti della Natura sono dotate di una virtù creatrice. L' uomo nudrisce animali nati dalla sua sostanza, la lana tignuole, gli alberi musco, l' acqua pesci, l' aria insetti, la terra piante e minerali; così l' etere nudrisce Stelle. Le Stelle dunque son come gli abitanti dell' etere; e vi vivono, e vi sono nate come le farfalle nell' aria, come le piante e gli animali nella terra.

Per istabilire i principj fisici, Keplero sviluppò la idea della gravità, che gli Antichi aveano avuta, e che gli era stata da Copernico trasmessa. Ma ecco come questa idea s' ingrandì nella sua testa.

La materia resta in riposo quando è isolata, e fuori della sfera d' attività de' corpi che hanno affinità con lei. La gravità è l' affezione che i corpi dotati di questo rapporto hanno d' unirsi insieme: la forza magnetica n' è un esempio. Questa facoltà è generale. Ma il globo della Terra tira un ciottolo più che il ciottolo non tira la Terra. I corpi non si portano al centro, come al centro del mondo, ma come al centro delle cose, che sono della stessa specie e della stessa famiglia. In qualunque luogo si trasporti la Terra, si trasporta il centro di questa tendenza. Se la Terra non fosse rotonda, i corpi non vi cadrebbero in linea retta nel mezzo, ma tenderebbero a differenti parti. Queste son verità. A queste verità fu unito un errore, e fu di riguardar questa forza come *animale*. Tutto è graduato nel progresso degli uomini. Tra l' anima che gli Antichi accordavano ai Pianeti e la forza

 ine-

inerente alla materia scoperta da Newton è la gradazione, cioè l' idea intermedia d' una forza animale creduta principio del moto.

Se la Terra e la Luna, continuò Keplero, non fossero ritenute ciascuna nelle loro orbite da una forza animale, la Terra andrebbe verso la Luna per la 54 esima parte della lor distanza, e la Luna farebbe il resto del cammino per unirsi a lei. La sfera d' attività, di cui la Luna è il centro, s' estende fin alla Terra, e attira le acque nella zona torrida. La Luna passa al zenit, le acque sieguono il suo corso, e montano con essa più sensibilmente ne' mari profondi e aperti, con meno libertà ne' mediterranei e ne' golfi. L' aria siegue lo stesso corso, e quindi il vento d' Est che soffia fra' tropici. Keplero indovinò i pensieri de' valentuomini suoi successori. Rimarcò che il flusso delle acque è cagione delle sirti e degli ammassi di sabbia; che le isole sono formate o distrutte da passaggi stretti e vorticosi di acqua. Infatti la terra leggiera e fertile dell' Indie e delle Isole tropiche par lavorata dall' esto successivo. Tutto il globo sembra solcato dal mare, e alternativamente figurato e sfigurato.

Se la Luna agisce tanto su la Terra, quanto più forte non sarà l' azione di questa su quella? E quanto Keplero non è qui vicino a Newton! Niuna porzion di materia esiste nella Terra che non sia soggetta alla forza della gravità. Non v' è niente di leggiero; tutti i corpi son gravi. La leggerezza non è che una minor gravità.

Keplero esaminò tutte le precedenti ipotesi, e col suo occhio d' aquila penetrò nell' essenza del moto. Ogni moto si eseguisce in linea retta: è legge di Natura. Qualunque sia la causa che trasporti un corpo da un luogo a un altro, è l' effet-

to

sto d' un' impulsione, o sia la conseguenza d' uno sforzo interno o esterno. Ma una impulsione o uno sforzo agisce in una direzione; e finchè la causa rimane la stessa, la direzione non cambia. Una causa prima del moto deve esser semplice e invariabile, e i suoi effetti debbono essere ugualmente semplici e invariabili: le variazioni annunciano un effetto composto. Un corpo, che si muove in linea retta, fa il secondo passo come il primo: effetti simili d' una stessa causa. Ma se il corpo descrive un circolo, cambia d' aspetto ad ogni passo. Dunque il moto curvilineo proviene da più cause.

Gli Astri si muovon curvilineamente, dunque più cause devon agirvi. Sbandite le antiche intelligenze conduttrici e le sfere di vetro, che cosa sostituire per que' moti sì complicati di epicicli, di cicli, e d' eccentricità? Keplero non vide che corpi massicci trasportati in uno spazio libero. Hanno bisogno d' una strada da seguire senza sforzo e senza intelligenza, e una causa per percorrerla. Keplero trovò la strada: la causa aspettò Newton.

Quasi tutte queste sublimi idee appartengono alla gioventù di Keplero. Tutti i grand' uomini, che hanno illuminato il mondo con progressi delle scienze, hanno concepite le più belle idee nella loro giovinezza, maturate poi dal tempo e dalla sperienza. Keplero appena di trenta anni propose al suo maestro Tico tutti gli errori degli altri Astronomi, e le proprie riflessioni. Si ascolta con pena un giovane riformatore, e Tico non intese le sue ragioni.

Keplero trasportato dall' entusiasmo della verità, dall' ardore dell' età sua, e dalla brama di aver ragione contro il grand' uomo del suo maestro,

stro, intraprese calcoli enormi. I logaritmi non erano inventati, il calcolo non era allora sì facile come oggi; frattanto egli calcolò l'orbita di Marte in dieci pagine in foglio, e ne ripetè i calcoli fin settanta volte: vale a dire diede 700 pagine di calcoli. Uomo stupendo! Queste ricerche spinose e pesanti non tolsero niente al suo ingegno. Assicuratosi dell'eccentricità dell'orbita della Terra, calcolò la distanza del Sole in tutti i punti.

Copernico avea fatta una gran riforma, avea cambiata la faccia delle cose. Prima di lui la Terra era nel centro, e si credeva che le cose andassero come si veggono. Nel nuovo sistema, e nella verità noi non vediamo che apparenze, e moti composti di quello della Terra e de' Pianeti. Per discerner tutto ciò, conviene trasportarsi idealmente nel Sole, e di là considerare i moti de' corpi celesti. Keplero ardì questo. Mostrò che i moti de' Pianeti erano realmente inuguali. Egli fu il primo a spogliarli del carattere divino della uniformità, e disse che le occasioni e i metodi, che fan conoscer le cose, sono ammirabili al pari delle cose stesse.

I Pianeti si muovon più lentamente, quanto son più lontani dal centro del mondo, dal Sole. Keplero credè la distanza anteriore al moto. Era più verisimile il contrario, che la distanza alteri il moto. Egli però ne trasse la sua bella e grande conclusione, che la causa del moto e della varia velocità è nel centro del mondo. Paragonò poi i Pianeti come attaccati alle braccia d'una bilancia, che pesino meno quanto son più vicini al centro. Newton ha dimostrato il contrario: vanno più veloci, perchè pesano più.

Keplero ebbe la gloria di dare la prima conferma

ma al sistema di Copernico col dare al Sole tutta la virtù motrice. Egli paragonò questa forza alla luce. Entrambe emanano dal Sole, e vanno istantaneamente e di continuo a grandi distanze in linea retta, e quanto più si allontanano, han meno vigore. Egli conobbe che la luce diminuisce come i quadrati delle distanze; ma non applicò la stessa diminuzione alla forza motrice. Un passo di più, e toglieva al Filosofo Inglese la legge della gravitazione. Piccole cose fanno i progressi dell' intelletto umano, come il destino degl' imperi. Ma la Natura avendo fatto tanto per Keplero, le convenne riposare per elevar Newton. Keplero fu il precursore di Newton.

Keplero vide la forza motrice propagarsi in linea retta, e risultarne un moto rettilineo. Ma donde proviene il moto curvilineo de' Pianeti? Archimede considerò il circolo come un poligono d' un' infinità di lati. Fracastoro mostrò che il moto poteva decomporsi in due direzioni. Tartaglia insegnò che la curva descritta da una bomba proviene dalla forza della polvere e dalla gravità. Ma Keplero non pensò a questi principj troppo nuovi. Per ispiegare il moto curvilineo de' Pianeti, egli ricorse alla rotazione del Sole. Allora non v' eran cannocchiali. Egli indovinò. Girando il Sole intorno a se stesso, l' emanazioni della sua virtù motrice sono come tante leve infinitamente estese, che attaccate al loro centro spingono i corpi che incontrano. E questa rotazione del Sole deve farsi nel senso del Zodiaco. E chi può dire che ciò sia falso? Keplero vide sì bene, che noi dopo tante scoperte non vediamo di meglio.

L' Inglese Gilebort avea paragonata la Terra ad una gran calamita. Keplero paragonò il Sole ad

una

una calamita più grande e più attiva. Quindi spiegò l'avvicinamento de' Pianeti verso il Sole quando vengono al perielio, e il loro allontanamento quando vanno all'afelio: attribuì loro un polo che è attratto, e un altro ch'è respinto.

L'ipotesi de' moti circolari non era che un lungo errore. Le osservazioni mostrano che i Pianeti si allontanano e si avvicinano al loro centro, e l'orbita che descrivono è un cerchio compresso nel mezzo, o per meglio dire non è un cerchio. E' una curva chiusa, poichè il Pianeta ripiglia sempre la stessa traccia con rivoluzioni successive. Questa curva è un'ovale, è un' elissi. Gli altri Astronomi avean credute apparenze queste elissi. Keplero fu il primo a stabilirle per reali, e lacerò un velo disteso su venti secoli. Tutti i Pianeti alla voce di Keplero marciaron poi in elissi: queste elissi non differiscono che per eccentricità più o meno grandi, ma il Sole occupa il foco comune. Egli dimostrò che il globo solare è realmente il legame universale, che con una forza produttrice d'ogni moto fa l'ufficio di asse del mondo. I Pianeti lo inviluppano ne' loro corsi: la linea de' loro absidi passa per il centro di quell' Astro; e se questi absidi si muovono, girano intorno a lui come i raggi d' una ruota sul suo centro, e così i Pianeti vi girano.

Egli ritrovò anche un' altra regola semplice, cioè che i Pianeti girando per elissi descrivono superficie, o aje di settori intorno al Sole proporzionali ai tempi destinati a descriverle.

Ecco dunque quattro verità essenziali e fondamentali. 1. Gli Astri ne' loro corsi periodici descrivono elissi. 2. Il Sole è nel foco comune. 3. La linea degli absidi passa per il Sole. 4. I Pianeti nel loro corso descrivono aje pro-

por-

porzionali ai tempi. Ma questa non è ancor tutta la gloria di Keplero. Ecco un altro benefattore dell' intendimento umano suo contemporaneo che s' inalza al pari di lui all' ammirazione degli uomini.

CAPITOLO II.

GALILEO E KEPLERO

Galileo n. a Pisa 1564, *m.* 1642.

Mentre Keplero in Alemagna cercava la causa del moto celeste, Galileo in Italia meditava profondamente su la caduta de' corpi. Si era già conosciuta la loro accelerazione; s' era veduto che cadendo da più alto, cadevano più veloci relativamente allo spazio percorso nella caduta. Il moto cresce nella caduta; par che si riproduca, e che il moto generi moto. Questo fenomeno singolare, mal osservato, fu male spiegato, e non produsse che errori.

In ogni tempo e in ogni luogo si è veduto cader corpi e muoversi: la pietra abbandonata in aria si precipita in terra, e slanciata dalla mano dell' uomo continua a percorrere una strada segnata come se egli le avesse comunicata la sua volontà. Il fenomeno del moto si moltiplica d' ogni maniera intorno a noi: noi nasciamo, noi viviamo con esso; e quando egli cessa per noi, la nostra macchina si distrugge. L' abitudine di vedere queste maraviglie non ce le fa stimare: l' ignoranza non se ne stupefà; ma la filosofia insegnandoci a vedere scorge i misterj della Natura nelle cose le più triviali.

Il

Il moto, la velocità, la forza non hanno misura che nello spazio e nel tempo. In queste due indefinità spazio e tempo si racchiudono tutti gli esseri. Quando questi esseri esistono insieme, il loro ordine e disposizione formano lo spazio; o sia l'estensione. La successione di questi esseri distrutti e rinascenti forma il tempo o la durata. Noi non possiamo avere idea della durata che col ricordarsi delle sensazioni successive che abbiamo noi stessi ricevute d'uno stesso oggetto, o di quelle ricevute da altri trasmesseci dal racconto o dalla tradizione.

Il moto trasporta nell'estensione i corpi da un sito all'altro. Si suppongono dunque due punti fissi, quello della partenza, e quello dell'arrivo; e così si determina lo spazio percorso. La natura del moto, la maniera come si fa, sono misterj impenetrabili. Questo fenomeno sì comune, ma unico non può esser comparato che a se stesso, nè può conoscersi che per se stesso. Comparando i moti di più corpi, risulta l'idea del tempo. Dovunque è moto, v'è spazio percorso. I moti dunque non possono differire che per l'inuguaglianza dello spazio percorso nel medesimo tempo, o per l'inuguaglianza del tempo impiegato a percorrere un medesimo spazio. Quindi l'idea della velocità. Un corpo si muove più velocemente d'un altro, se percorre un medesimo spazio in meno tempo.

Nel cammino de' projettili su la terra lo spazio si misura in linea retta. Ma nel moto circolare de' Pianeti si considerano come attaccati all' estremità d'una leva, che ha il suo centro nel Sole. Il loro moto è una rivoluzione, il loro cammino è un' elissi. In un orologio l'indice de' minuti si muove sul suo centro; ciascuno de'

suoi

suoi punti percorre una circonferenza più grande. L' oggetto di questi moti è di compire una rivoluzione circolare; questa rivoluzione è la misura comune, ciascun passo è una parte di questa rivoluzione, cioè un angolo qualunque descritto intorno al centro. L' indice delle ore descrive successivamente gli stessi angoli, e compisce la stessa rivoluzione, ma v' impiega dodici volte più di tempo, perchè è dodici volte men veloce. Se si pongono Giove e Saturno alle punte di tali indici, e se Saturno mette trenta anni per la sua rivoluzione, e Giove dodici, si dirà che Giove ha una velocità una volta e mezza maggiore di quella di Saturno.

La forza de' corpi è la facoltà di muoversi. Come nasca questa forza, e come si comunichi, e come cessi, è un arcano. Noi non ne conosciamo che gli effetti. La vediamo legata ai corpi, proporzionale alla loro massa: un corpo grande fa più sforzo d' un piccolo; quando sono i corpi slanciati, i più grandi percorrono più spazio in meno tempo; ella è dunque proporzionale alla velocità: gli spazj percorsi sono effetti della forza, ecco la sua misura. Onde la massa de' corpi, la lor velocità, son gli elementi della forza, gli effetti, o i segni sensibili per i quali questo meccanismo ignoto si svela a' nostri occhi.

Fu creduto che l' accelerazione d' un corpo fosse proporzionale agli spazj percorsi nella caduta. Il primo mezzo dell' ingegno è l' arte delle sperienze per conoscer gli oggetti. I Filosofi Greci, e i lor seguaci in cambio di sperienze non fecero che parole, e s' ingannarono. Galileo pose i fondamenti della scienza del moto. Keplero, e Galileo furono i precursori di Newton, il quale sen-

za

za di quelli sarebbe stato costretto a cominciare ciò che quelli fecero.

Galileo distruttore degli antichi errori bandì ogni distinzione ridicola di corpi pesanti e leggieri; dimostrò in pubblico che i corpi di disugual peso cadono dalla stessa altezza colla stessa velocità e nel medesimo tempo, fatta però astrazione della resistenza dell' aria. Bandì anche i moti *naturali* e *violenti*, i *rettilinei* e i *circolari*. La natura è semplice in tutte le sue varietà. Egli dimostrò che un corpo spinto da due forze in due direzioni differenti siegue una direzione intermedia; e se le due direzioni sono lati d' un quadrato, siegue la diagonale. Or una curva non è che la riunione d' infinite piccole linee rette, dunque ogni passo in una curva deve esser fatto da due forze in direzioni differenti. Così una bomba, un razzo, descrive una curva a motivo di due forze, una delle quali è l' impulsione della polvere che la slancia, l' altra il suo peso che la fa cadere.

Galileo considerò la gravità come una forza inerente ai corpi, e che agisce in loro *continuamente*. Dacchè la gravità agisce nel primo istante della caduta, non v' è ragione che non agisca anche nel secondo istante, e in tutti i differenti istanti successivi. La velocità acquistata e la nuova velocità formano una velocità proporzionale ai tempi, e il moto si accelera. Nella caduta de' corpi verticali il moto si accelera costantemente. Gli spazj percorsi negl' istanti successivi sono come la serie de' numeri impari, 1, 3, 5, 7, 9 ec. Gli spazj presi dal principio sono come i quadrati de' tempi scorsi. I corpi percorrono quindici piedi nel 1° minuto secondo, tre volte quindici ovvero quarantacinque nel 2°, cinque volte

te

te quindici o sia settantacinque nel 3° ec. E nel 1 hanno quindici piedi di caduta, in 2" sessanta piedi, in 3" 135 ec. Questi numeri sono come i quadrati di 1, 2, 3.

Questa scoperta importante non potè farsi senza un'altra. Galileo osservò le oscillazioni d'una lampada sospesa alla volta d'una chiesa, e vi vide quel che niun altro prima di lui vi avea veduto. Si accorse che tutte le oscillazioni si facevano in tempo sensibilmente uguale, benchè la loro estensione diminuisse continuamente fin al riposo. Si accorse ancora che le oscillazioni eran più lente quanto più lungo era il pendolo. Questo fenomeno si chiama l'isocronismo de' pendoli. Così egli ebbe uno strumento proprio per misurar la durata con intervalli sempre uguali, che si possono aumentare e diminuire ad arbitrio. Senza l'uso del pendolo egli non poteva fare le belle sperienze per istabilir le leggi dell'accelerazione.

La scoperta de' pendoli, sì utile e feconda poi nelle mani d'Huygens, fu seguita dall'altra interessante de' Telescopj. Questa scoperta non poteva neppure essere immaginata, prima di comparire al mondo. Se un Sovrano avesse proposto un premio per chi ci avvicinasse gli Astri, e ce li facesse vedere più grandi e più chiari, il progetto sarebbe sembrato sì ridicolo, che niuno vi sarebbe concorso, e il Sovrano sarebbe passato per insensato. Il solo caso può produrre queste invenzioni inconcepibili che scappano nel tempo prodotto dalla concatenazione delle cose. Fin dal secolo XIV si conoscevan gli occhiali inventati da Fra Alessandro Spina Domenicano Toscano: invenzione delle più utili per le viste deboli, alle quali s'ingrandiscono gli oggetti con vetri convessi o lenticolari; e alla vista troppo corta si ap-

applicano vetri concavi. Un occhialaro di Middlebourg chiamato Zaccaria Jans maneggiando vetri concavi e convessi, e guardando un giorno a traverso di due vetri uno convesso e l' altro concavo vide gli oggetti ingrossati. Furono indi rinchiusi questi due vetri in un tubo per fissarne la posizione, e impedirvi la luce straniera. Anche l' invenzione del tubo si attribuisce a' fanciulli della bottega, i quali trastullandosi con que' vetri li posero casualmente in un tubo. Ecco il Telescopio. Se ne attribuisce l' invenzione anche a Giacomo Mezio Olandese, e a Giò. Lapprey. Ecco tre pretendenti. Dunque non ci maravigliamo più se siamo all' oscuro degli inventori antichi.

La fama di questa mirabil invenzione si sparse veloce da per tutto, e giunse a Galileo. Egli non seppe altro se non che s' era trovata una combinazione di due vetri, che ingrandivano molto gli oggetti. Questa sola scintilla bastò per accendere il suo ingegno. Egli esaurì le combinazioni de' vetri e delle distanze. Il suo primo saggio fu un cannocchiale che ingrandiva gli oggetti tre volte più che veduti ad occhio nudo, e ben presto ne compose un altro che li amplificò trenta volte. Se il vero inventore è chi cerca con cognizione di causa, e giunge da principio in principio al fine proposto, Galileo è l' inventore del Telescopio. Galileo dunque diede a se e a tutti gli uomini due nuovi organi; l' uno per misurare le piccole parti uguali del tempo; l' altro per estendere l' impero dell' uomo accostando alla portata dell' occhio le cose invisibili o per la loro picciolezza, o per la loro distanza.

Le prime osservazioni telescopiche di Galileo furono su la Luna. E ne inferì che le parti schia-

ri-

rite dal Sole eran terre, e le scure acque. Onde ella era simile alla nostra Terra, e può avere un' atmosfera. Egli vi misurò la distanza de' punti luminosi dal cerchio che termina la porzione illuminata, e ne trasse il metodo di determinar l' altezza delle montagne lunari. Le trovò alte più d'una lega. Onde la Luna ha inuguaglianze più grandi delle nostre relativamente alla sua picciolezza.

Rivolgendo Galileo il suo telescopio alle Stelle fisse, restò sorpreso che non s' ingrandissero punto; anzi le più belle, spogliate delle loro corone, eran uguali alle più piccole: non vide più che punti brillanti: la scintillazione sparì. Galileo ne trovò la causa: quel tremolamento di luce, che ingrandisce le Stelle, non passa nel telescopio, onde vi si diminuiscono più di quel che lo strumento le aumenti. Ma quello che più stupefece Galileo fu la moltitudine delle Stelle che il telescopio gli fece scoprire: gli si popolò il Cielo. Fin allora non s'eran conosciuti che sei ordini di Stelle; egli fu il primo a parlare del settimo ordine, che chiamò il *primo delle invisibili*. Volle contarle, ma il numero lo sgomentò. Nel cinto e nella spada di Orione, dove non si contavano che nove Stelle, egli ne vide più di ottanta, e tutta la Costellazione ne contiene più di 500 di nuove. Ne scoprì trentasei nelle Plejadi, e gli Antichi non ve ne videro che sei o sette. In quelle strisce bianche lattee celesti, dette nebulose, nella nebulosa della testa d' Orione, e in quella del cuore del Granchio egli vide un ammasso di piccole Stelle. Dunque egli dedusse che anche la *Via lattea* fosse un composto di Stelle, sebbene non ve ne vedesse alcuna. L' induzione fu verisimile, ma non vera.

La magnifica scoperta celeste di Galileo fu de'

quattro Satelliti di Giove. Quante cose esistono nell' Universo che non esisteranno mai per noi! Galileo si felicitò di questa conquista sì pura che utile. Pura, senza strapazzi e pericoli di navigazioni procellose, e senza strazj di uomini. Utile più dell' oro per la geografia, per la navigazione, basi del commercio, e della vita degli uomini. Galileo si sforzò di far nominare que' Satelliti *Astri Medicei*. Questa apoteosi non fu adulazione, ma gratitudine verso una famiglia di Benefattori. Il nome di *Medici* era già caro alle Arti e alle Scienze. Ma i nomi i meglio meritati non sono i più durevoli. La scoperta di Galileo fu studiata in Francia e in Inghilterra, ma il nome de' Satelliti restò a Giove.

Da sorpresa in sorpresa, Galileo vide Saturno sotto la forma d' un triplice corpo. Due piccoli dischi parevan attaccati ad un più grande, e gli formavan come due braccia. L' immaginazione vi poteva raffigurar il vecchio Saturno, il più antico degli Dei, emblema del tempo, che decrepito di secoli era sostenuto da due scudieri. Ma quando Galileo lo rivide dopo qualche tempo, lo trovò bello e rotondo e senza scudieri. Ecco la sua vecchiaja abbandonata; ed ecco altresì la sua storia ch' egli divorasse i suoi figli.

Un' altra scoperta singolare di Galileo fu di scoprir macchie nel Sole. Colla vista d' aquila osò mirar quell' Astro, e vide nel suo splendore macchie nerissime inugualmente sparse sul disco, ora grandi, ora piccole, e in più e in minor numero, e talora sparivano interamente lasciando all' Astro tutta la sua splendidezza (a). Non bastava dunque aver

(a) Scheiner Gesuita giudicò queste macchie tanti

aver tolto ai Pianeti l' intelligenza, e mostrarli corpi materiali grossolani, solcati, e groppolosi d' asprezze, dominati da leggi incognite, ma meccaniche; conveniva sloggiare l' antichità dal suo santuario, col mostrare che il fuoco, *sostanza la più degna*, che avea meritato gli omaggi de' filosofi e l' adorazione degli uomini, era imbrattata di macchie e d' impurità. Tutto è miscuglio nella Natura. Il mondo non ha altro di puro che la verità e la virtù.

Galileo osservò Venere e Mercurio colle stesse fasi come la nostra Luna, e diede così una dimostrazione del sistema di Copernico. Alcuni Antichi aveano sospettato che que' due Pianeti girassero non intorno alla Terra, ma intorno al Sole. Quello che fu sospetto, o sistema verisimile per ispiegare alcune apparenze, divenne un fatto indubitabile.

Ecco quanto in pochi mesi dovè l' Astronomia al Telescopio inventato in Olanda, e fabbricato in Italia. Trattanto Keplero lavorava in Germania alle Tavole Rodolfine fondate sulle osservazioni di Tico, e su le vere leggi del moto. Concentrato in se stesso lavorava per la durata delle scienze e dell' intelletto umano. Egli migliorò anche il Telescopio. La prima disposizione di questo strumento fu un vetro concavo combinato con un vetro convesso: limitatissimo negli effetti, poichè non poteva ingrossar molto senza impicciolir

ti Pianeti o Satelliti del Sole. Il suo P. Provinciale gli rispose ch' eran difetti de' suoi occhi, o de' suoi vetri, perchè il suo Aristotile non ne parlò. Galileo le giudicò bene come prodotte dalla sostanza del Sole, e aderenti alla sua superficie.

di molto il campo, o sia la parte del Cielo esposta alla vista. Keplero si avvide che vi si potevano combinare due vetri convessi. Questa è la miglior combinazione che finora siasi trovata. Ha l' inconveniente di rovesciar gli oggetti. E questo inconveniente lo arrestò.

Giova spiegare i principj e l' uso dello strumento, cui abbiamo obbligazioni sì grandi.

La luce passando dall' aria nel vetro si rifrange, cambia strada, eccetto nel caso unico in cui vi passi perpendicolarmente per mezzo. Quando alla luce si oppone una lente convessa di vetro, il raggio che infila per il suo mezzo, passa dritto senza torcere, si chiama *l' asse* del vetro; gli altri raggi provano nell' entrarvi e nell' uscirne due refrazioni, che tendono ugualmente ad accostarsi all' asse. Tutti i raggi si riuniscono in un piccolo spazio detto *foco*, e vi formano un' immagine. Se poi la lente ha una o due superficie concave, la luce si allontana dall' asse.

Gli oggetti lontani cessano di esser visti per due cause, e perchè la loro luce s' indebolisce, e perchè la loro grandezza scema. Per la visione distinta si richiede, che un certo numero di raggi si riunisca in un sol punto del nostro occhio, su la *retina*, affinchè il nervo ottico sia più fortemente scosso. Un corpo luminoso può considerarsi come l' unione d' una moltitudine di punti luminosi. Ciascuno di essi punti è il centro d' un' infinità di raggi che si propagan tutti in linea retta, ma allontanandosi tutti gli uni da gli altri; questo mutuo allontanamento si chiama la loro *divergenza*. A misura che la luce si allontana dal centro, più diverge, è meno spessa, e più s' indebolisce. I raggi luminosi, ch' entrano nell' occhio, vi divengono men divergenti. Nell' occhio

ben

ben conformato rifrangendosi i raggi nel passare pel cristallino e per gli altri umori, si fanno convergenti, e si uniscono nella retina. Questi umori debbono avere una refringenza determinata. Se l'oggetto si allontana, se la divergenza diminuisce con eccesso, la refrazione li rende troppo convergenti nell' occhio: si uniscon prima d'arrivare alla retina, e si vede confusamente, o non si vede punto. Se l' oggetto è troppo vicino, la divergenza è troppo grande, la refrazione non può rendere i raggi abbastanza convergenti, e si vanno ad unire di là della retina; onde si vede male per una ragione contraria. Se la forma dell' occhio fosse invariabile, non si vedrebbe l'oggetto che ad una distanza determinata e unica. Ma la sua forma si varia. La pupilla si dilata per ricever più raggi, quando la luce è debole; si ristringe al troppo splendore; si appiana per avvicinar al fondo i raggi troppo convergenti partiti da oggetti lontani; si allunga acciocchè i raggi meno convergenti non si uniscan di là della retina. I Presbiti col loro occhio che vede da lungi, veggon male per troppa divergenza gli oggetti vicini, perciò han bisogno di lente convessa che diminuisca questa divergenza. Al contrario i Miopi che han la vista corta, veggon male gli oggetti lontani, perchè i raggi non sono abbastanza divergenti, e quindi han bisogno di vetri concavi che disperdano i raggi, e li rendan più divergenti.

Il vetro obbiettivo d' un Telescopio, quello che riguarda l' oggetto, è una lente convessa convessa. Gli oggetti celesti, e tanti terrestri sono sì lontani, che i lor raggi non hanno più divergenza, e son quasi paralleli: allora la lente li rende sì convergenti, che l' oggetto può esser visto distintamente dall' occhio posto nel foco. Se l' oc-

chio si mette avanti il foco, dove è l' eccesso di convergenza, si serve, come i miopi, di un vetro concavo, che disperde i raggi, e li dispone a dare una visione distinta. Questo è il Telescopio di Galileo.

Keplero andò più lungi. Vide che non era necessario prender i raggi avanti il foco, e che si potevan prendere nel loro passaggio. Vide che la convergenza non è che la tendenza di due o più linee verso un punto; che i raggi vi s' incrociano, passano senza fermarvisi, si separano seguendo ciascuno la lor linea retta, e la convergenza diviene divergenza. La seconda divergenza ha bisogno d' esser ristretta da un secondo vetro convesso, affinchè l' oggetto si vegga distinto.

Ma non basta che l' oggetto sia visto con distinzione; il gran merito del Telescopio è d' ingrandire gli oggetti. E questo ingrandimento si ha per il vetro convesso, il quale aumentando la convergenza, ingrandisce necessariamente l' oggetto. L' immagine formata al foco dell' obbiettivo è già più grande di quella formata *nell'* occhio nudo. Coll' aggiunger poi un altro vetro convesso, diventiam padroni d' aumentar quasi a volontà questa convergenza, e d' ingrossar gli oggetti.

La potenza del Telescopio ha i suoi limiti. Per ingrandir l' immagine, convien aumentare la convergenza de' raggi; diminuendo la lunghezza del fascio de' raggi refratti, si rende il fascio più largo; in tale fascio, che si può dire mozzato, si contiene men luce che in un fascio più allungato: l' impressione si divide su più punti della retina, la luce s' indebolisce, gli oggetti divengono pallidi a proporzione che s' ingrandiscono. Vi è un termine, dove l' oscurità ci arresta. Non si può troppo

po aumentar la grandezza degli oggetti che a costo della lor chiarezza.

Più scoperte, più ricerche, e più calcoli. I seni, che sono frazioni del raggio, erano espressi in decimali. Le decimali sono più esatte quanto più cifre contengono. S' impiegarono allora cinque decimali, e bisognava sempre moltiplicare o dividere i numeri di cinque cifre per altre cinque cifre, cioè far venticinque moltiplicazioni. In lunghe operazioni la mente si scoraggiva, il tempo e la vita si consumava in disgusti. Felice anche chi poteva compire senza errori da ricominciar da capo. Quel calcolo che ora si fa in un mese, richiedeva allora tre anni. Il Baron de Neper Scozzese mostrò strade più facili, e si rese benefattore glorioso. Il suo metodo è semplice; è l'unione d' una progressione aritmetica con una progressione geometrica. Ma questo metodo semplice è il frutto d' idee profonde e luminose.

Tutto è progressione nel mondo fisico. Il tempo è istanti aggiunti ad altri istanti. L' insieme degli esseri è la natura diversificata, che va passo passo dalla molecola di terra inorganica fino all' ente più sublime; ella ha i suoi gradi di grandezza, di durezza, di peso, di forza, di durata, e di grado in grado passa da un' estremità all' altra. Noi dobbiamo imitar la Natura nella progressione aritmetica, in cui aggiungendo numero a numero andiamo a passi uguali, e percorriamo la scala dal zero, dal niente fin all' indefinito. Colla moltiplicazione si va anche all' indefinito con passi uguali, ma più rapidi: questa è la progressione geometrica.

Una serie di numeri naturali 0, 1, 2, 3 ec. è una progressione aritmetica. Un' altra serie di numeri che incominci dalla unità moltiplicata conti-

 nua-

nuamente per dieci 1, 10, 100, 1000 ec. è una progressione geometrica. Neper osservò che in queste due progressioni i passi sono uguali, corrispondenti, e in ugual numero. Questo numero uguale di addizioni e di moltiplicazioni gli fece concepir la felice idea di sostituire un' operazione per riferire una progressione all' altra. Riguardò le due serie di numeri come due lingue differenti, le quali con espressioni analoghe si posson tradurre in termini corrispondenti. Ai numeri di serie aritmetica egli diede il nome di *Logaritmi*.

Numeri	*Logaritmi.*
1 - - - - - - - - - - -	0
10 - - - - - - - - - - -	1
100 - - - - - - - - - - -	2
1000 - - - - - - - - - - -	3
10000 - - - - - - - - - - -	4
100000 - - - - - - - - - - -	5
1000000 - - - - - - - - - - -	6

Se si vuol saper il prodotto de' numeri della progressione geometrica, basta sommare i numeri corrispondenti dell' aritmetica. Se si vuol moltiplicar 100 per 1000 si sommino i due corrispondenti 2 e 3, la lor somma è 5, al numero 5. corrisponde 100000, e questo è il prodotto cercato. Se poi si vuol divider 100000 per 100, i numeri corrispondenti sono 5 e 2; sottraendosi l' uno dall' altro il resto è 3, cui corrisponde 1000 che è il quoziente della divisione.

La fatica fu trovare i logaritmi intermedj. I logaritmi da 1 a 10 sono frazioni al di sotto dell' unità. I numeri da 10 fin a 100 hanno anche per logaritmi numeri frazionarj aggiunti all' uni-

unità ec. Questi logaritmi non si hanno che con calcoli lunghi e penosi. Si spianò poi la strada coll' alta Geometria; ma dopo che Neper si consacrò alla pazienza e alla noja. Egli fece un gran dono alla mente umana. Sostituì alla moltiplicazione e alla divisione (operazioni sempre lunghe e fastidiose) l' addizione e la sottrazione, due operazioni semplici e speditive. Neper abbreviò la sua vita per allungar quella de' suoi successori. Brigg, Ursino, Ulacq perfezionaron poi le sue tavole.

Keplero frattanto colle sue tavole Rodolfine rifaceva la macchina del mondo. Distrusse per sempre tutte le librazioni de' Pianeti immaginate da Tolomeo, e rispettate da Copernico, e da Tico. Egli pensò che le loro inclinazioni dovean seguire l' obliquità dell' Eclittica, e l' equatore del Sole.

Keplero stabilì il Sole il più denso di tutti i Pianeti, i quali quanto più si allontanan da esso, sono meno densi relativamente al loro volume. Ma era riservato a Newton pesare i corpi celesti, e valutar il loro peso relativo.

Keplero divise l' Universo in tre regioni principali. La prima è quella del Sole, il cui raggio è, secondo lui, quindici volte maggiore di quello della Terra. La seconda è dal Sole fin a Saturno, e il raggio di questa è trentamila semidiametri terrestri. La terza da Saturno fin al di là delle fisse è di sessanta milioni di semidiametri terrestri.

Keplero trasportato d' ammirazione per Pitagora, per Platone, per Euclide, e per i Greci, che ci avean lasciata la follia di creder che le proprietà de' numeri racchiudessero un' infinità di cognizioni celesti, armoniche, fisiche, perdè molto tempo in lavorare su quelle idee chimeriche.

Ma

Ma quelle idee vuote produssero una delle più grandi scoperte che mai siasi fatta, e che ha immortalato Keplero. Vedendo egli che i Pianeti compivano intorno al Sole rivoluzioni più lunghe quanto più le loro orbite sono più estese, sentì per istinto del suo grand' ingegno che vi dovea essere una relazione tra il diametro di queste orbite e il tempo impiegato a descriverle. Esaurì le combinazioni, e trovò che i tempi delle rivoluzioni eran come le radici quadrate de' cubi de' lor diametri. Questa legge stabilita su le rivoluzioni di tutti i Pianeti fu poi trovata vera anche per i Satelliti. Così Keplero assegnò leggi agli Astri ancora ignoti.

Keplero riguardò le Comete per corpi che nascono nell' etere, come i pesci nell' acqua; le paragonò a balene, a mostri marini, destinate a popolare le vaste solitudini del Cielo. Quando il Sole è comparso pallido o a color di sangue, come alla morte di Cesare, e nel 1547, egli lo attribuì a un esaurimento di etere; depurandosi l' etere, le Comete si compongon di materie grossolane, che ne intorbidan la trasparenza. Egli non si sbarazzò dell' idee astrologiche, e attribuì grande influenza alle Comete. Benchè egli fosse men astrologo degli astrologi suoi predecessori, lo fu ancora molto per un Keplero.

Nel 1627 comparvero le sue Tavole Rodolfine. Le prime in cui si vide impiegato il nuovo calcolo de' logaritmi. Non se n' eran vedute di più esatte, e furon le migliori per più d' un mezzo secolo: lunga durata per i progressi rapidi della Scienza.

Keplero morì di cinquantanove anni nell' angustie di trovar sussistenza alla sua famiglia. Per vivere dovette far il maestro di scuola. Le modi-

diche pensioni non gli si pagavano per l' infelicità di que' tempi. Dovette far de' viaggi per mendicarle. Povertà, e gloria. La gloria sua è grande, e tanto più grande che gli Astronomi mediocri si sforzarono d' impiccolirla. Il maggior nemico dell' ingegno è la mediocrità. In questa mediocrità, e più in giù ancora fu il Riccioli, il quale non seppe stimarlo, nè poteva. Le teste subalterne non possono giudicare i valentuomini.

Il più grand' esempio di giudizj incompetenti sopra uno de' più valentuomini del mondo fu Galileo. Egli non fu afflitto dalla povertà, ma dalla persecuzione. Egli era persuaso del sistema di Copernico. Questo sistema s' era incominciato a conoscere in Germania, ma in Italia era ignoto, e passava per un' eresia, per un' empietà che rovesciasse la Sacra Scrittura. Galileo fu denunciato all' Inquisizione, e Bellarmino gli fece promettere di non sostenere più questo sistema nè a voce nè in iscritto. Galileo promise, ma promise quel che gli era impossibile mantenere. Sette Cardinali condannarono eretico ed empio il sistema di Copernico. Fu uno spettacolo singolare quello d' un Signor di settanta anni incanutito nello studio, nelle fatiche, ne' beneficj verso gli uomini abjurare quella ch' esso credeva la verità.

Galileo condannato alla cattività ad arbitrio degl' Inquisitori, fu rimandato in Toscana sua patria, e rilegato in Arcetri. Ivi si consolò collo studio del Cielo, che gli fu ben propizio. Egli vide nel disco Lunare quel che gli Antichi non vi aveano mai osservato. La Luna ci presenta sempre la stessa faccia; onde la vista della Terra non è accordata che a un solo suo emisfero; l' altro non ci vede mai. Non si sa ancora la causa di

que-

questo fenomeno. Galileo lo attribuì a quell' attrazione, ch' egli chiamò tendenza, amicizia, simpatia della Luna colla Terra. Attento al fenomeno della faccia costante della Luna, egli si accorse che alcune macchie presso al lembo del disco sparivano e ricomparivano, come se la Luna facesse qualche bilanciamento. Ne addusse due cause non sufficienti, ma vere. L' una è che noi non vediamo la Luna dal centro del nostro globo, ma dalla superficie; onde la grandezza e il volume della Terra son la prima causa di queste apparenze. La seconda causa n' è l' Eclittica, su cui noi giriamo, mentre la Luna s' inalza o s' abbassa cinque gradi su di essa Eclittica. Questa fu l' ultima conquista celeste di Galileo.

Egli si applicò ad un oggetto più grande, perchè più direttamente utile. Ma volle trarre questo utile dalle stesse sue scoperte celesti per determinare le longitudini terrestri. Per questa determinazione Ipparco impiegò l' eclissi Lunari, Keplero vi aggiunse le eclissi del Sole, ma questi segnali eran pochi e rari. Galileo ne trovò una moltitudine ne' Satelliti di Giove. Egli ne avanzò il progetto agli Olandesi, i quali attenti a quanto può contribuire al progresso del commercio, gli spedirono Ortensio e Blaeu, e l' onorarono con una catena d' oro. Ma appena giunti que' Deputati, Galileo perdè in un tratto la vista, come se la Natura gli avesse detto, Tu hai veduto abbastanza. Morì tranquillo in tutta la sua gloria, più difficile a rapirsi che la libertà.

CA-

CAPITOLO III.

Contemporanei e Successori di Keplero e di Galileo fin a Cartesio.

I sublimi ingegni di Keplero e di Galileo son rari, e perciò rare le scoperte e le invenzioni. Una folla di contemporanei, e di successori andarono su i loro passi. Nelle Scienze una sola testa occupa un grande spazio, molte sono ristrette in un piccolo spazio, e lo spazio par vuoto. Non è poco mantener la Scienza. Male quando è retrograda.

Longomontano ristabilì l'Astronomia in Danimarca, e vi fece erigere un Osservatorio sotto quello stesso Re Cristierno IV, che lasciò tanto strapazzare Tico. Ma quantunque discepolo di Tico, e contemporaneo di Keplero non si srugginì mai della vecchia Astronomia.

Scheiner Gesuita osservò molto le macchie solari. Il suo maggior merito fu di dare una buona spiegazione della forma elittica che prende il Sole presso al tramontare o al nascere. Allora comparisce più largo che lungo, perchè la refrazione inalza più il bordo inferiore, e lo avvicina al bordo superiore.

Horrox Inglese fu il primo ad osservar Venere nel Sole. Egli immaginò una ipotesi ingegnosa per ispiegare le tre equazioni, o irregolarità della Luna. La prima irregolarità dipende dalla elissi in cui la Luna gira intorno alla Terra; la seconda dalla orbita elittica che la Terra descrive intorno al Sole; e la terza da un piccolo giro circolare che fa il centro della Terra.

Shakerleo Inglese andò espressamente nell' Asia per

per osservare il passaggio di Mercurio per il disco del Sole. L'osservò benissimo a Surate, ne distese i dettagli, e poco dopo morì in Persia.

Goffredo Vindelino Olandese con tutti i suoi pregiudizj fu un buon Astronomo. Congetturò la paralasse del Sole, di 15", onde conchiuse che il Sole ci fosse 229 volte più lontano della Luna; cioè 13752 semidiametri terrestri, supponendo che la distanza della Luna sia di sessanta. Ingrandì dunque le nostre idèe su lo spazio, e allontanò il Sole più che tutti gli Astronomi dopo Ipparco.

In Olanda fiorirono allora Snekio celebre per la misura della Terra, Blaeu per la sua geografia fondata sul sistema di Copernico, quantunque egli fosse discepolo di Tico; e Ortensio partigiano del moto della Terra, e determinatore de' diametri de' Pianeti per mezzo dell' apertura del suo Telescopio, e col ricever la lor immagine sopra una carta bianca posta al foco della lente.

In Italia tre discepoli di Galileo sostennero il decoro della Scienza, Reinieri, Torricelli, e Cavalieri. Questi è autore del metodo degl' *indivisibili*, ch' è il primo grado de' gran voli della Geometria.

Gio. Battista Riccioli Gesuita compilò il compilabile in Astronomia nel suo nuovo Almagesto, coll' ajuto di Grimaldi, e d' altri suoi Frati.

In Francia l' Astronomia germogliò tardi. Vieta, Petau vi fecero ben poco. Peyresc fu intelligente d' Astronomia, promotore d' ogni scienza, osservatore, e fondatore d' un Osservatorio. Ma chi vi si rese più meritevole fu Gassendi: difensore della dottrina d' Epicuro, e contrario a Cartesio, contribuì allo stabilimento delle scienze in Francia. Egli osservò il primo il passaggio di Mer-

Mercurio sul Sole. Osservò l'obliquità dell' Eclittica, la librazione della Luna, e misurò il diametro del Sole e de' Pianeti col metodo d'Archimede. Egli visse sempre povero, e sempre contento: egli era probo.

Gio. Battista Morin non fu che un astrologo de' più astrologhi.

CAPITOLO IV.

CARTESIO

n. 1596. *m.* 1650.

L'uomo pensa, ma ha bisogno d'un metodo che diriga i suoi pensieri, e ne allontani gl'inutili. Questo metodo fu proposto da Cartesio. Sdegnato di vedere il mondo schiavo sotto il giogo dell' Antichità, adoratore di errori, in un gergo assurdo che lacerava gli orecchi, e in una folla di cognizioni incerte, o di errori confusi con verità, vide che il dubbio era necessario da per tutto, e che un esame generale dovea preceder le scelte particolari. Vide che per saper qualche cosa, conveniva obliar tutto. Distrusse tutto per ricostruir tutto. Con questo suo coraggio la Ragione montò sul trono, per isceglière verità evidenti. Così egli stabilì l'epoca del risorgimento delle Scienze, e de' loro rapidi progressi.

Cartesio, che ci insegnò a pensare, e che non volle che verità evidenti, fu il filosofo che diede più d'ogni altro in errori, e in errori per lungo tempo accreditati dal suo ascendente. Suo contemporaneo fu in Inghilterra Bacon di Verula-

lamio filosofo come Cartesio fatto per diffondere un lume nuovo. Mai due ingegni di primo ordine han prese strade sì differenti. Cartesio volle discendere da un principiò unico per ispiegare tutto. Bacon volle che si osservi tutto prima di spiegare, e che si rimonti da fatti in fatti, e si fermi con essi. Cartesio trattò la Natura come se non esistesse, e come se si avesse da formare. Bacon la considerò come un vasto edificio che bisogna circuire, penetrare, decomporre prima di scoprirne la costruzione e i fondamenti. La Filosofia di Bacon, ristretta ai fatti, sussiste ancora, mentre quella di Cartesio troppo sottomessa all' immaginazione è distrutta. Bacon fu più savio; Cartesio più ardito. Ma la sua arditezza ha giovato. Non sempre la saviezza fà le rivoluzioni: ve ne voleva una, e Cartesio la fece.

La più bell' opera di Cartesio fu d' applicar l' Algebra alla Geometria. Questa applicazione diede un grande slancio alle Matematiche, e fu la sorgente di tutte le applicazioni della Geometria alla Fisica. Egli volle applicar la Geometria anche alla Medicina, e ne fu egli stesso la vittima. Disprezzò i medicamenti soliti, ne adoperò de' suoi proprj che lo condussero a morte.

Cartesio fu un gran Matematico. Trattanto la la Matematica, ch' è la certezza stessa, lo smarrì. Egli credè che scelte alcune verità semplici, da queste derivassero tutte le altre. Stabilì l' estensione per essenza della materia. Dunque dov' è spazio, vi sono corpi. Dunque non si dà vacuo. Niente cangia senza una causa esteriore: dunque sempre resta una stessa quantità di moto nell' Universo. Il moto sempre diretto in linea retta vi persevera, finchè una causa straniera nol devii, o non lo annichili. Tutti restarono colpiti

piti in vedere un uomo marciar di conseguenze in conseguenze con ordine e con successione di pensieri.

Egli non domandava che materia, e si formava subito il mondo. Considerò la materia composta primitivamente di parti uguali e continue. La si metta in moto. Le parti angolose col moto si son logorate le une contro le altre. Quindi una polvere finissima, una materia sottile sempre agitata, e pronta a occupare tutti gl'interstizi, è il grand' agente dell'Universo. Le altre parti più grossette, tondeggiate dallo strofinamento divennero luce. Le altre parti poi grossolane e striate formano tutti gli altri esseri dell' Universo. Tutte queste parti grandi e piccole hanno un moto per tutti i sensi. Primo error di Cartesio. Questo moto è inconcepibile, ed è contraddittorio alla bella legge della perseveranza da lui stesso stabilita. E come tanti moti circolari intorno a diversi centri?

Questi errori han prodotta una verità. E che diverrebbe la povera umanità, se i mali non producessero che mali, e gli errori errori? E' consolante che dal male nasca spesso del bene. Cartesio fu il primo ad accorgersi della forza centrifuga. Un corpo che si muove intorno a un centro, tende continuamente ad allontanarsene, e se non fosse ritenuto, scapperebbe per la tangente. Questa è la forza centrifuga.

Questa infinità di corpi mossi intorno a un centro, ha formato un numero grande di vortici nell' Universo. La materia sottile, che ne riempie il vacuo, ha in que' centri prodotto corpi luminosi, che sono il Sole e le Stelle. Questi corpi luminosi scuotono le parti globolose elastiche contigue, e così illuminan tutta la sfe-

ra, senza perdita alcuna della loro sostanza. Talora un vortice più forte ha prevaluto sopra un più debole, e se lo ha soggettato senza distruggerlo, e lo ha obbligato a girargli intorno.

Ecco un piccolo Sole girare intorno a un Sole grande. Questo piccolo Sole si è poi incrostato di materia striata, ed ecco un Pianeta. Anche il Sole e le Stelle possono incrostarsi di tal materia, e divenir opachi. Quindi la sparizione di alcune Stelle, e le macchie solari.

Cartesio abbandonatosi tutto alla sua fantasia, sdegnò libri e uomini. Fu in Italia, nè si curò di veder Galileo, non lesse Keplero, non volle saper fatti. Il suo forte era la meditazione, e non produsse che romanzi fisici, che durarono un secolo, e servirono a sciorre le menti da' lacci scolastici.

Verso la metà del secolo scorso s' alzarono per l' Europa molti Osservatorj. Bouillaud osservava a Parigi, Evelio a Danzica, osservatore e calcolatore eccellente, e sì celebre che meritò una pensione da Luigi XIV. Abdias Trew in Altorf. Non si avea in vista che il solo sistema Copernicano. E frattanto l' Astrologia andava sempre più deperendo,

Evelio diede una buona descrizione della faccia della Luna, e delle sue macchie, intitolata Selenografia. L' oggetto fu di servire alla ricerca delle longitudini. Evelio voleva a quelle macchie dar i nomi degli Astronomi più celebri, ma temè l' invidia. Riccioli fu più ardito, impose i nomi, nè tralasciò quelli de' suoi compagni della Società meritamente distrutta; ardì fin mettervi il suo proprio.

Cristiano Huygens (che noi pronunziamo Ugenio) Sig. di Zuylichen Olandese, migliorò il

Te-

Telescopio, e riosservò quanto avea scoperto Galileo. Vide Giove con bande nel suo disco. Vide una banda nera in Marte. Scoprì una nebulosa nel cinto d'Orione. Scoprì l'anello di Saturno, staccato dal pianeta, largo, ma poco grosso, e inclinato al piano dell' orbita di Saturno. Queste semplici osservazioni gli diedero la facilità di spiegare i varj fenomeni, provenienti dal moto di Saturno e dal moto della Terra. Quando il piano di esso anello prolungato passa per la Terra, noi non vediam l'anello che per la sua grossezza, che riceve e dà poca luce, e perciò nol vediamo. Quando la Terra s' inalza al di sopra di esso piano, gli si scuopre un filetto di luce; e a misura che la Terra monta, il filetto ci s' ingrandisce, e compariscono i manichi; finalmente giunta la Terra alla sua maggior elevazione, si vede tutto l'anello. Quando la Terra si abbassa al di sotto del piano dell' anello, si riveggono le stesse apparenze, col solo divario che si vede al di sotto quel che pria s' è visto al di sopra. Anche la situazione di Saturno riguardo al Sole produce gli stessi fenomeni.

Egli scoprì anche un Satellite di Saturno. Disse che quel pianeta non ne poteva aver di più, nè vi potevano essere altri Satelliti. Egli si applaudì di questa scoperta. Sei Pianeti, e sei Satelliti. La proprietà misteriosa de' numeri era ancora in moda, Keplero l'avea rinvigorita, e Ugenio la rispettò.

CAPITOLO V.

Stabilimento di Accademie. Invenzione di Strumenti dal 1665.

I primi strumenti per il progresso delle Scienze furon le Accademie. Le opinioni diverse che nascono e muojono, si combattono e si distruggono: la verità trovò degli asili. Nel silenzio del gabinetto si dice quel che si vuole, non vi son contraddittori. Ma in un' assemblea di Dotti si teme la censura penetrante e illuminata. Le opinioni si discutono, e le verità non si ammettono che dopo essere state riconosciute verità. Il deposito che vi si forma, cresce ogni anno, e si depura continuamente. Questi corpi hanno il vantaggio dell' unità e della durata. Il fuoco sacro non è confidato a particolari, si conserva nel tempio di Vesta. Finchè questi sussistono, l' ignoranza non comparisce, e l' istruzione dura quanto questi depositi di lume.

La più antica Accademia (il nome vien da quella dove Platone spiegava le sue chimere) fu stabilita da Carlo Magno per consiglio di Alcuino; ma fu una Società d' eruditi, non già di filosofi. La prima Accademia di Scienze fu quella del Cimento fondata in Firenze nel 1657 dal Cardinal de' Medici, ma non durò che pochi anni.

In Francia si radunaron molti filosofi presso il P. Mersenno, poi presso M. de Montenort, e M. Thevenot. Molti Inglesi, che v' intervennero, ne trasportarono in Inghilterra la bella istituzione, e nel 1659 si stabilì la Società Reale di Londra, e le sue memorie intitolate *Transactions Philosophiques* incominciarono dal 1665. L' Accademia

Rea-

Reale delle Scienze si stabilì in Parigi nel 1666. Queste due Accademie han percorso sempre, e percorron tuttavia una carriera brillante e gloriosa.

Nel tempo stesso si migliorarono i Telescopj. Quelli, che Campani lavorò per ordine di Luigi XIV. e per servizio di Domenico Cassini, avean fin 136 piedi di foco. Ugenio giunse a farne di 210, e Auzout e Hartsoecker pervennero fin a 600 piedi. Questi obiettivi di foco sì lungo aveano una curvatura insensibile. Ma il mal è che quanto più decurvano, più iride fanno, e tingon gli oggetti d' iride. La grande lunghezza de' tubi fu un altro imbarazzo. Si pensò metter vetri senza tubi: peggio.

Si avanzò molto meglio l' arte di misurare il tempo. Ugenio, che appena avea ventisette anni, applicò il pendolo all' orologio, e con un pendolo lungo $3\frac{1}{2}$ piedi e $8\frac{1}{2}$ linee ebbe i minuti secondi. Ogni vibrazione un secondo. Ma egli scoprì che le oscillazioni circolari non sono perfettamente uguali; lo sono quelle che si fanno per la cicloide; quindi obbligò che il filo del pendolo andasse a dare, e a svilupparsi da due piccole lame cicloidali. Questa bella invenzione è rimasta inutile, perchè si è visto che i piccoli archi di cicloide non differiscono da piccoli archi di circolo, e che nell' uno e nell' altro modo le oscillazioni son tutte uguali sempre.

Questi orologj, che misurano il tempo in parti uguali, hanno un inconveniente, ed è che nel verno raccorciandosi il ferro, le oscillazioni sono più frequenti, e in conseguenza i minuti più veloci, e anticipano. All' incontro il caldo allunga e ritarda i pendoli. Per toglier questo difet-

to si è formata la verga del pendolo di due lame, una di ferro, l'altra di ottone men dilatabile del ferro. E siccome le dilatazioni e gli allungamenti sono in ragion de' volumi, si sono proporzionate le lunghezze di queste due lame, affinchè gli allungamenti si facciano uguali; e son disposte in modo che se il ferro si allunga e fa discender la lente ch'è alla sua estremità, la dilatazione dell' ottone la rimonta subito della stessa quantità.

Ugenio inventò anche il Micrometro; cioè applicò nel foco del Telescopio un anello di metallo con una lamina traversale differentemente larga nella sua lunghezza. Con questo *strumento* si viene in cognizione della grandezza de' diametri degli Astri. Il Marchese Malvasia in Italia lo migliorò col sostituirvi un telajo di fili d'argento delicatissimi. Assai meglio fece in Francia Inzout in lasciarvi due soli fili, uno fisso traversale, e l'altro mobile parallelo, che per mezzo d'una vite si accostasse sempre parallelamente per abbracciar lo spazio del diametro dell' *Astro*.

Ai quarti di cerchio e ai sestanti per misurare gli angoli e gli spazj celesti, si applicarono invece d' alidadi telescopj, con metter nel foco de' vetri due capelli in croce, i quali colla loro intersezione marcassero il centro dell' apertura del telescopio, e fossero un punto fisso da dirigersi all' oggetto.

Questo miglioramento di strumenti portò una pratica sì estesa nelle osservazioni, che produsse una rivoluzione. Le osservazioni antecedenti, anche quelle di Tico, non furon più comparabili alle nuove. Si ricominciò dunque l'opera, e si eresse un nuovo edificio su gli avanzi dell' antico. Tutto questo si deve alla casual invenzione

del

del Telescopio. L' ingegno poi vi aggiunse il micrometro, e lo sostituì alle alidadi. Così il talento umano rende alla Natura il centuplo, come la spica coltivata. Ma queste aggiunte o sieno applicazioni, che pajono sì facili, non sono state fatte che dopo molti anni. Incontrarono anzi dell' opposizione. Evelio fra gli altri le rigettò, perchè ci privavano delle osservazioni antiche. Gran danno certo il privarci di antichi errori. Evelio si avea fatti i suoi strumenti, vi si era da gran tempo assuefatto, li teneva come suoi figli, vi avea fatte le sue osservazioni, come risolversi ad abbandonarli?

In Francia e in Inghilterra non v' erano strumenti. Si eressero contemporaneamente gli Osservatorj di Greenwich presso Londra, e di Parigi, e furon subito muniti di strumenti esatti. L' Accademia di Parigi stabilì d' orientare il suo Osservatorio; se ne fecero le osservazioni con pomposa cerimonia; si tirò una meridiana, e otto azimuti; si osservò l' altezza del polo, la declinazione dell' ago magnetico, e tutte queste osservazioni fecero la consacrazione del luogo: si battè una medaglia con questo motto: *sic itur ad astra*.

Quell' Osservatorio Reale ha ventisei tese di facciata da levante a ponente, e diciannove dal nort al sud, alto 14, e altrettanto alti sono i suoi fondamenti. E' fiancheggiato da due torri ottagone per le osservazioni, e sormontato da una terrazza. E' traforato dalle cave in cima, per vedere di giorno passar le Stelle per il zenit. L' altezza di questo edificio dalle cave in cima è uguale all' obelisco alzato da Augusto in Roma per servire di gnomone.

La torre astronomica si suol coprire d' un tet-

to conico mobile con un' apertura longitudinale, che si dirige ad arbitrio col far girar il tetto. Nel mezzo della torre si mette un quarto di cerchio mobile per dirigerlo in ogni parte, e per prender l' altezza degli Astri che vi si rincontrano. Verso il meridiano il muro è aperto, e vi è murato solidamente un altro quarto di cerchio, che perciò si chiama *murale*: questo strumento, e specialmente il filo delicato, che traversa verticalmente l' apertura del Telescopio, rappresenta il meridiano. Altri Telescopj di grandezza e di forza differente, semplici e con micrometri sono sospesi in qua in là; e a canto son gli *orologj* a pendolo. Con questi strumenti, e cogli ostacoli e co' disagj che s' incontrano a osservare di notte il Cielo ne' paesi settentrionali d' Europa, l' Astronomia ha fatti i maggiori progressi; mentre ne' placidi e sereni climi d' Asia è rimasta nella infanzia. L' attività nasce dagli ostacoli: in ogni genere gli sforzi si proporzionano alla necessità.

Il Telescopio ci mostra le Stelle tanti *punti luminosi* senza estensione sensibile; i Pianeti oggetti rotondi in apparenza di disco con macchie, con abissi e con asprezze; i Satelliti, e l' Anello.

Ma se dalla forma si vuol passare alla grandezza, non basta considerare un oggetto isolato: la grandezza è relativa, nè esiste che per comparazione. Vi vuole perciò il micrometro, che co' suoi fili delicati e mobili ne prenda la misura: il rapporto delle divisioni dà il rapporto delle grandezze. Ma questi rapporti delle grandezze de' Pianeti non c' insegnano che apparenze. La Luna così misurata ci apparisce più grande del Sole, e non lo è; Venere più grande di Giove,

per-

perchè è più vicina. Per avere i rapporti delle grandezze reali, converrebbe veder tutti gli Astri nella medesima distanza dalla Terra; ovvero unir la misura delle lor distanze a quelle delle loro apparenze, per ridurle tutte col calcolo a quel che sarebbero, se tutti i Pianeti fossero veduti in distanza uguale. Ma questo spetta alla paralasse, e la paralasse al moto. Se tutti gli Astri fossero immobili, l'ordine dell' Universo ci sarebbe ignoto, le mutue distanze inaccessibili. Convien dunque osservare il moto degli Astri, prima di cercar la loro paralasse e le lor distanze.

Dacchè gli Astri si muovono, convien conoscer la durata de' loro periodi. La cognizione del tempo è fondamentale: e l' esattezza n' esige i minuti. Quindi l' applicazione dell' orologio a pendolo, il quale fa sessanta vibrazioni per minuto, 3600 per ora, e 86400 per giorno. Il giorno artificiale di ventiquattro ore è l' intervallo tra il passaggio del Sole al meridiano, e il suo ritorno nel giorno appresso allo stesso meridiano. Questo basta per regolare il cammino del pendolo. Se vi ha fatte 86400 vibrazioni, ha segnato bene le ventiquattro ore di questo intervallo. Il Cielo è un orologio perpetuo: bisogna dunque contar l' ora del Cielo coll' ora dell' orologio per rettificarlo. Nota la posizione d' una Stella, o del Sole nell' Eclittica, si può col quadrante calcolare l' ora vera, in cui la Stella o il Sole sarà giunto a tale altezza, e se si prende l' istante misurato dall' orologio, si vedrà l' uguaglianza o la differenza. Si rettifica più direttamente l' orologio per la meridiana. E quando è nuvolo, si ha la meridiana col Telescopio guarnito d' un filo al suo foco, e applicato al quadrante murale.

Le

Le Stelle sono più proprie a regolare il giorno, perchè il loro moto è più puro. Basta osservare il loro periodo allo stesso meridiano, o a qualunque altro punto stabilito. Il giorno siderale è di 23°. 56′ 4″; è più corto del Solare, perchè la nostra Terra compito il suo moto diurno bisogna che giri ancora un altro poco per vedere il Sole.

Nello stabilire un Osservatorio, bisogna cominciare dal conoscer la posizione del Polo, e dell' Equatore sull' Orizzonte. L' Equatore divide ugualmente la differenza delle due altezze che il Sole ha ne' due solstizj. Il Polo è sempre lontano 90° dalla circonferenza del meridiano. Si ha dunque l' altezza del Polo sull' Orizzonte. Anche le altezze delle Stelle compolari, che non tramontan mai, e che passan due volte al giorno nel meridiano sullo stesso Orizzonte, con due altezze inuguali, delle quali il Polo divide la differenza, danno l' altezza del Polo e l' inclinazione della sfera. Gli altri circoli, l' eclittica, i tropici, i coluri, nascono dalle circostanze del moto apparente del Sole. Si deve dunque conoscer la direzione di questo moto. Si osserva al quadrante murale la maggior elevazione nel solstizio d' estate, e se ne tien registro: si osserva nel solstizio d' inverno la sua minor altezza. La metà della differenza è l' obliquità dell' Eclittica, e l' angolo per cui la strada del Sole s' inclina su l' Equatore.

Per segnare in Cielo i due punti solstiziali, e i due punti equinoziali, si cercò di veder qualche bella Stella di giorno; e co' Telescopj si scoprì corrispondere Arturo, e l' ae del Dragone.

Delineati i circoli nel Cielo, quando si vuol osservare il luogo d' un Astro non si ha che rife-

ferirlo all' Eclittica per la longitudine e per la latitudine, o all' Equatore per l' ascensione retta e per la declinazione. Se l' Astro è fisso, una buona osservazione basta per sempre. Se l' Astro è errante, come sono i Pianeti, convien moltiplicare le osservazioni, per conoscer i loro periodi, e conosciuti questi periodi per tutto il loro corso, si giunge a prevedere e a predire i fenomeni. Per semplificare queste osservazioni, il miglior metodo è di misurar la distanza degli Astri col tempo, con un orologio ben regolato.

Il progresso dell' Astronomia dipende dall' esattezza delle osservazioni, e le osservazioni esatte dipendono dall' esattezza degli strumenti. Se gli strumenti han qualche difetto, convien conoscerlo, e tenerne conto. Il Cielo deve esser sempre la regola, e il modello di perfezione.

Convien evitare due illusioni; una è prodotta dalla refrazione, l' altra dalla paralasse. Il velo dell' atmosfera ci altera il sito degli oggetti. Si calcola la quantità delle refrazioni per mezzo delle altezze degli Astri, e così le osservazioni si spogliano degli effetti illusorj, e si riducon alla verità semplice e rigorosa.

La paralasse nasce dall' estensione del nostro globo, e dal sito che l' uomo vi occupa: questa differente posizione geografica fa variare le apparenze celesti. Per evitar questo inconveniente, convien osservare i Pianeti superiori, Saturno, Giove, Marte, quando sono opposti al Sole; e gl' inferiori Venere e Mercurio, quando sono in congiunzione collo stesso Astro, cioè tra esso e noi. Sono allora tutti in una stessa linea con noi e col Sole. Facendo una serie di osservazioni simili, si hanno i moti de' Pianeti, come se fossero osservati non più dalla Terra, ma dal Sole.

le. Questa è la paralasse dell' orbe annuale. Osservandoli poi in altre circostanze, si conosce la differenza; questa differenza c' insegna l' effetto della estensione del nostro globo, e la quantità di questa estensione. La paralasse dell' orbe annuale è come questa altra proporzionale alla distanza tra il Pianeta e il Sole, e se ne può sempre dedurre questa distanza.

Divisi gli spazj celesti, determinate le distanze, si posson conoscere le grandezze reali de' corpi. Le quantità de' diametri de' Pianeti misurate con attenzione non sono che apparenze. Ma dacchè si conoscono le distanze di ciascuno di questi corpi, si riferiscon tutte le grandezze a quel che sarebbero, se i Pianeti fossero veduti in ugual distanza. Allora si può dire la Luna è nel suo volume il $\frac{1}{49}$ della Terra, Mercurio il $\frac{1}{17}$, Venere $\frac{4}{5}$, Marte il $\frac{1}{4}$, Giove 1246 volte più grosso, Saturno 868, e il Sole dugento mila volte più grosso del globo, dove noi crediamo essere qualche cosa.

Non basta osservare, convien meditare. L' Astronomo non è solamente una sentinella posta per osservare quel che accade fuori della nostra cittadella per le campagne celesti. Una scoperta o ne' principj, o ne' fenomeni, o ne' metodi, o negli strumenti, cambia spesso lo stato delle cose, e bisogna ricominciar da capo. La spiegazione d' un fenomeno è spesso un fatto lontano e solitario. Le cause generali sono sotto masse di fatti. Nella varietà della magnificenza celeste si stenta a ritrovar la semplicità. L' Astronomo incomincia dallo spiare la Natura, e finisce con premerla col suo intelletto a farne uscire le verità.

CA-

CAPITOLO VI.

GIO. DOMENICO CASSINI (a).

PER un libro di Astronomia venutogli nella sua giovinezza casualmente per le mani, egli dichiarò la sua inclinazione per questa Scienza. Ma il libro conteneva anche Astrologia. Cassini sorbì in un tratto verità ed errore. Lo stesso era accaduto a Tico, e a Keplero. Ma nella decrepità dell' Astrologia Cassini pensò un momento come il volgo, e non vide poi altro che la verità.

D' un altro errore si liberò anche ben presto. Credè da giovinetto le Comete provenienti da esalazioni; ma si avvide subito pel loro moto consimile a quello de' Pianeti, ch' eran corpi celesti al pari di quelli, e concepì l' idea del loro ritorno. Per concepir questa idea e sostenerla, convien avervi fatte molte osservazioni, e prevalersi di osservazioni anteriori. Altrimenti è scusabile l' inganno universale di creder le Comete accensioni fortuite che nascon tutto in un colpo, e spariscono ad un tratto, come si vede in tante meteore colorate, in tante ignee, e nelle stelle cadenti. Alla semplice vista le Comete han molta rassomiglianza co' suddetti fenomeni meteoro-

---

(a) Nato nel 1625 a Perinaldo nella Contea di Nizza, donde è uscita la famiglia de' Cassini illustrata da più generazioni dotte, e i due Maraldi Astronomi distinti, m. 1713. Negli ultimi suoi anni perdè la vista come Galileo, e fu come lui probo.

orologici. Onde era ben naturale prenderle per esalazioni accese, ma più compatte: Era anche naturale crederle malefiche, perchè malefiche sono molte esalazioni ignee. Sempre il Cielo ha avuto de' segni per gli uomini timidi, e per le nazioni superstiziose. E se i Caldei ventiquattro secoli fa stimavan le Comete per corpi celesti permanenti, o eglino o altri le avranno osservate bene, ma smarrite quelle antiche osservazioni se ne smarrì l' idea, o restò senza fondamenti.

Tico fece muover le Comete in circoli intorno al Sole, Keplero in linea retta. Cassini assegnò loro un cammino in circoli sì grandi, che la Terra non poteva vederne che una piccola parte di curva, la quale perciò si accostava molto alla linea retta.

Quando Cassini da giovane fu professore in Bologna, riformò la meridiana delineata in S. Petronio da Ignazio Dante per la riforma del Calendario. Cassini diede al gnomone un' altezza di novantaquattro piedi, e vi tirò una meridiana più esatta per osservare in tutto l' anno i cangiamenti dell' altezza del Sole. L' immagine di questo Astro vi era abbastanza grande in tutti i tempi, e facile a misurarsi. Se la Terra si movesse uniformemente in un circolo intorno al Sole, si vedrebbe il Sole sempre d' una stessa grandezza camminar d' un passo uguale. Ma se egli non è nel centro, deve variar la velocità della Terra, e farsi maggiore quanto più si avvicina al Sole, il quale allora deve comparir più grande. E questo è quel che accade. Onde la Terra descrive un' orbita elittica, e ne scorre le aje proporzionali ai tempi.

Cassini osservò in Giove, oltre le bande continue in forma di zona o di cintura cambianti

in

in numero e in grandezza, alcune altre tracce più piccole isolate e seminate nel disco. Vide queste macchie sparire e ricomparire, ma conservar sempre tra loro la stessa distanza. Non hanno dunque moto proprio, ma sono aderenti al corpo di Giove. Sono più grandi e più veloci nel mezzo del disco, che all'orlo. Dunque se le macchie aderenti del Sole sono prova della sua rotazione; consimili macchie in Giove provano ugualmente la rotazione di questo Pianeta. Questa rotazione si compie in nove ore e 56 minuti. Se vi son abitanti, avranno il giorno di cinque ore, e la notte di altre cinque ore. L'asse e i poli di quel moto son quasi perpendicolari al cammino, che Giove descrive intorno al Sole: l'equatore di quel globo si confonde quasi colla sua eclittica; dunque non vicende di stagioni; primavera perpetua. Ma un poco d'inclinazione, che quell'equatore abbia su la sua eclittica, quando il Sole è una volta sotto quell'equatore, vi resta per lungo tempo; i poli non vedon Sole durante mezza rivoluzione che il Pianeta fa intorno all'Astro, cioè per sei anni, come i nostri poli nol vedono per sei mesi. Gli abitanti Gioviali non possono accorgersi del loro moto diurno, come noi non possiamo accorgerci del nostro. Eglino non vedono il cammino delle loro macchie, le quali dimostrano a noi quel moto. Noi dunque malgrado la distanza siamo meglio informati de' fenomeni che loro concernono. Questa è la sorte dell'uomo; illuminato per tutto, cieco per se: quello che più gli tocca, è quel che ignora. Se gli abitanti di Giove s' ingannano, procuriamo di non ingannarci noi. Se quel Pianeta tanto voluminoso si rivolge rapidamente intorno al suo asse in dieci ore, perchè il

no-

nostro globo mille volte più piccolo non si rivolgerà più agiatamente in ventiquattro ore? L'analogia è completa.

Scoperta ch'ebbe il Cassini la rotazione di Giove, pensò che anche gli altri Pianeti abbiano la loro. La Natura si diversifica ne' dettagli, ma è costante ne' gran caratteri. Egli prese di mira Marte con buoni Telescopj di Campani, il quale ha perciò contribuito assai all' avanzamento dell' Astronomia. Vi scoprì macchie grandi quanto quelle della Luna relativamente a dischi apparenti. Vi vide queste macchie muoversi come quelle di Giove, e si accertò che Marte si rivolge intorno a se stesso in ventiquattro ore trentanove minuti. Questo suo moto è *quasi parallelo* alla strada che il Pianeta fa intorno al Sole. *Onde* anche colà primavera continua.

Venere fu più difficile a determinarsi per la sua troppa vicinanza a noi, e per la sua comparsa di poche ore prima e dopo il nascer e il tramontar del Sole. Cassini vi scoprì delle macchie, che si moveano; ma non decise se il *Pianeta* faccia una rivoluzione intera, o una *librazione*. Frattanto egli indovinò che la sua rotazione potesse esser di ore 23 $\frac{1}{4}$. Quando l'occhio è ben esercitato, acquista una finezza *sicura*.

Monsignor Bianchini nel 1726 in Roma osservò la rotazione di Venere, e trovò che si compie in ventiquattro giorni e otto ore. Stabilì inoltre essa rotazione quasi perpendicolare all' orbita del Pianeta, e che il suo asse non s'inalza su quel piano che con un angolo di quindici gradi. Osservò parimente che l'asse del Pianeta ha un' inclinazione costante, e conserva il suo pa-

ral-

rallelismo, come quello della Terra, ed è sempre diretto allo stesso punto del Cielo. Quindi Venere non ha primavera continua, nè vicende di stagioni, non ha che state e verno. La sua rivoluzione diurna non porta giorno e notte, ma espone al Sole sempre lo stesso emisfero. Se ella fosse immobile, una metà del suo globo avrebbe sempre notte, e l'altra metà giorno con gran calore. Ma siccome ella gira intorno al Sole in 224 giorni, gli presenta successivamente le sue differenti parti; ma i suoi poli nel periodo di 224 giorni non hanno che un giorno e una notte. Le montagne di Venere sono più grandi di quelle della Luna, e in conseguenza molto maggiori delle nostre, e perciò ella ci comparisce sì lucida; tutte quelle asprezze moltiplicano le superficie che rifletton la luce.

Nè in Saturno nè in Mercurio si è potuto scoprire segno di rotazione; quello non offre per la sua gran distanza che un piccol disco d'un lume debole; questo sì piccolo, e per la troppa vicinanza al Sole ha uno splendore sì vivo che si stenta a vedervi le fasi; come poi vedervi macchie? L'uno è troppo scuro, e l'altro troppo luminoso per noi. L'uomo resta oppresso dagli eccessi; egli non sopporta nè la povertà nè l'abbondanza. Guai agli abitanti di que' Pianeti. I Saturnini nel suo periodo di trenta anni intorno al Sole avrebbero il loro giorno di quindici anni, e di quindici anni la notte. I Mercuriali nella corta rivoluzione di ottantotto giorni intorno al Sole, avrebbero la notte di quarantaquattro giorni, e di altrettanto il giorno, giorno d'incendio.

Scoperta tutta nuova del Cassini fu Giove compresso ai poli. Questo suo asse è all'altro come

13 a 14. Tolta fin la forma sferica ai corpi celesti, perdon tutto il celestiale degli Antichi, che facevan consistere il maggior grado di nobiltà nel circolo e nella sfera.

Le osservazioni, che Cassini fece sopra i Satelliti di Giove per uso delle longitudini geografiche, palesarono maggiormente il suo ingegno. Sormontò tutte le difficoltà che richiedevano gran tempo. Egli valse più secoli all'Astronomia. Coll'assiduità di pochi anni determinò con esattezza i tempi delle loro rivoluzioni, le durate più lunghe e più brevi delle loro eclissi. Stabilì che tutti e quattro i Satelliti si muovono *in* uno stesso piano inclinato 2° 15' all'*eclittica* di Giove, tagliando questa eclittica verso *il quindicesimo* grado del Lione e dell'Anfora. Finalmente costruì le tavole, che servono per conoscer questi Satelliti, distinguer gli uni dagli altri, seguire i loro moti, e annunciare i tempi e le durate delle loro eclissi. Quest'opera incontrò tanto in Francia, fu talmente lodata da Picard, che Luigi XIV nel 1669 invitò Cassini, lo cercò al Papa, e lo volle nell'Accademia delle Scienze come un acquisto de' più utili e gloriosi. Scoprì poi delle macchie ne' Satelliti di Giove, e da quelle macchie si potrà forse conoscer la lor rotazione, la quale chi sa che non sia uguale al giro che fa Giove intorno al Sole.

CA-

CAPITOLO VII.

Misura della Terra.

L'Accademia si applicò lungo tempo a bandire ogni errore antico, e a stabilir verità esatte da non esser mai più sfigurate, e da servir sempre a produrne delle altre. Inalzò un edificio nuovo. Disposti i corpi celesti nel sistema di Copernico, dimostrata la vera forma delle orbite planetarie, e le leggi de' moti celesti nelle strade elittiche scoperte da Keplero, si pensò a dettagliare queste leggi de' fenomeni generali. Ciascun orbita è un mondo a parte, che hà i suoi fenomeni particolari. Per conoscerli, convien sapere in quanto tempo quell'orbita è descritta, sotto qual angolo taglia l'eclittica, verso quali punti del Cielo corrispondono quelle intersezioni, verso quali altri punti si dirigono le estremità della linea degli absidi, in qual istante il pianeta vi passa, e per determinar la curvatura del suo cammino si deve conoscer l'eccentricità della sua elissi, cioè la distanza tra il centro della elissi e il foco ove è il Sole. Questi son gli *elementi* del Pianeta; la loro riunione è la *teoria*. Per avere tutte queste cognizioni convien principiare dal conoscer la grandezza del nostro Pianeta, della Terra. La misura della Terra è fondamentale, con cui si concatenano tutte le determinazioni celesti.

Il metodo impiegato dall'Accademia fu quello di Snellio, e di Eratostene, cioè misurare la distanza e l'arco celeste compreso fra due luoghi. Picard seguì questo metodo applicando il micrometro al quadrante, e adoperando il livello. Il grado determinato da Picard è di circa 57069 te-

 sè.

se. 2283 tese fanno una lega; onde venticinque leghe fanno un grado. Quindi la circonferenza della Terra è di novemila leghe, e il suo diametro di 2865 (a).

Si misuraron poi in Francia altri gradi, e vi operò anche Cassini con altri Accademici. Onde poi s' imprese collo stesso metodo trigonometrico una carta topografica di tutta la Francia, e di tutte le costiere sì dell' oceano che del mediterraneo.

Si pensò poi che le tavole Ridolfine fatte da Keplero sulle osservazioni di Tico erano ormai vecchie, e che conveniva rinnovarle. A tal effetto si spedì M. Chazelles in Alessandria, e M. Picard a Uraniburg per osservarvi i meridiani. Picard non trovò più traccia d' Uraniburg nell' isola d' Huene, vi vide che la meridiana di Tico vi differiva di 18'; errore nato forse dal difetto di buoni strumenti, e condusse seco in Francia Roemer giovane Danese, che si rese poi illustre per una grande scoperta.

Cassini calcolò le refrazioni per tutte le altezze dall' orizzonte fin al zenit; fu quella la prima tavola di tanta estensione. Quanto più l' aria è densa, sono maggiori le refrazioni, e perciò maggiori l' inverno che l' estate, il mattino che la sera, nelle zone glaciali che nelle temperate. Consultò poi le osservazioni, e gli parve che la sua

(a) Una misura costante e universale sarebbe la lunghezza del pendolo che batte i secondi. Ma anche questa lunghezza varia secondo il caldo e il freddo. Si prenda dunque dove non varia mai. Sotto l' Equatore è costante. Questo è stato proposto da valentuomini, e da Condamine, ed è rimasto senza effetto.

sua tavola fosse d'accordo col Cielo. Si servì indi di quella tavola per corregger le altezze osservate del Sole, e per istabilire la teoria di quell' Astro. Dedusse la paralasse del Sole di 12". Gran disparità dunque tra la sua teoria e quella di Tico, e gran dibattimento fra gli Astronomi.

Per meglio conoscer la paralasse del Sole, Cassini propose di conoscer bene quella di Marte, e di osservarla in luoghi ben distanti. Fu perciò spedito alla Caienne M. Richer a spese regie, il quale vi fece la paralasse di Marte di 25". Quindi Cassini inferì la paralasse del Sole di 9" $\frac{1}{2}$, nè dopo è stata da altri fatta maggiore. M. de la Lande la crede insensibile, o al più di 6". Secondo la paralasse di Cassini il Sole ci è distante almeno 22326 semidiametri terrestri, o sia 31 milioni di leghe. La paralasse del Sole è l' angolo sotto cui un osservatore posto nel Sole vedrebbe il semidiametro del nostro globo. Il Sole vede dunque questo semidiametro sotto un angolo di 9" $\frac{1}{2}$. Noi vediamo il suo sotto un angolo di 16' 6", ovvero di 966"; onde essi semidiametri sono come 9" $\frac{1}{2}$ a 966", o come 19 a 1932. Dunque il Sole è un milion di volte più grosso della Terra. Quanto minore si fa la paralasse, maggior è la distanza e la grandezza. La posterità ha ingrandito.

Compita fu la soddisfazione del Cassini quando Richer espose all' Accademia la sua osservazione della distanza de' Tropici. Cassini l' avea annunciata di 46° 57' 15", Richer la trovò di 46° 57' 4". A la Caienne l' Equatore è quasi al zenit, onde quel zenit è tra' due Tropici; dividendo

questo intervallo per metà si ha la inclinazione dell' eclittica. Cassini vi aggiunse 45″ per la refrazione, e risulta l' obliquità dell' eclittica di $23^{\circ}\ 28'\ 54''\ \frac{1}{2}$. Ma secondo Tico di là di 45 gradi non v' è più refrazione, e la sua paralasse è maggiore. Cassini trionfò di Tico e su la paralasse e su la refrazione. Le determinazioni di Tico benchè sostenute da Keplero furono cancellate; restaron però salde le sue osservazioni. Questo è il vantaggio de' grandi osservatori: i lor sistemi, le lor congetture svaniscono, ma le lor osservazioni son fatti che si uniscono ad altri fatti, sono indistruttibili, perchè sono verità.

Un fatto importante che riportò Richer da quel suo viaggio fu l' accorciamento del pendolo. Richer osservò che alla Caienne il suo pendolo ritardava ogni giorno 2′ 28″, onde gli convenne accorciarlo d' una linea e un quarto. Giunto a Parigi con questo pendolo sì accorciato, osservò che vi anticipava quanto ritardava alla Caienne. Questo fenomeno non poteva nascere che da tre cause. 1. Dal calore che allunga i metalli: ma allora avrebbe subite variazioni, e ritardato a proporzione del calore; il calor della Caienne non può allungar il ferro che di $\frac{1}{3}$ di linea, e non già di linea 1 $\frac{1}{4}$. 2. Dalla resistenza dell' aria molto densa; in tal caso il pendolo avrebbe a poco a poco perduto il suo moto. 3. Dalla diminuzione della gravità: e questa è l' unica e vera causa. L' oscillazione d' un pendolo risulta dal moto d' un corpo che cade; se cade men veloce, l' oscillazione sarà più lunga. Le oscillazioni alla Caienne eran più lunghe, dunque la forza che fa

ca-

cadere i corpi, e che regola la lor velocità, è maggiore a Parigi che alla Caienne sotto l' Equatore.

Posta la forza centrifuga all' Equatore, ivi la gravità deve esser minore, e i corpi debbon cadervi men velocemente che ai poli. Ma l' Accademia, che non precipita niente, aspetta i lumi dal tempo, non adotta la verità che quando è dimostrata, dubita fin che le sperienze non sieno decisive, nè stimò decisiva l' osservazione unica di Richer. Ma il fenomeno particolare de la Caienne fu subito generalizzato da Halley all' Isola di S. Elena, e da altri in altre regioni equatoriali d' America, d' Africa, e d' Asia. Si osservò costantemente che l' accorciamento del pendolo si richiede più grande all' Equatore, e minore a proporzione che si accosta ai poli. Questo fenomeno generale è effetto della forza centrifuga del nostro globo che si rivolge intorno al suo asse, ed è maggior all' Equatore che ai poli. I corpi, che si muovon in giro, tendono incessantemente a scappare e a fuggire dal centro del moto. Questa forza centrifuga del globo terraqueo si comunica a tutti i corpi che sono sulla sua superficie, e maggiormente a quelli che sono sull' Equatore, dove la forza centrifuga è più grande. E in conseguenza la lor gravità ivi deve esser minore. Niun fenomeno è stato sì fertile di conseguenze curiose e importanti quanto il fatto del pendolo scoperto da Richer. Ci ha svelata l' azione delle molle della Natura, ha condotta la mente geometrica alla formazione de' corpi celesti, e ha prodotte congetture felici per sorprendere il segreto della lor formazione.

Gli Astri presso l' orizzonte veduti cogli occhi nudi ci compariscon maggiori che verso al

 ze-

zenit: se n'è addotta la cagione. Ma co' telescopj è tutto il contrario. Quando la Luna è all'orizzonte, ci è lontana di tutto il semidiametro terrestre; quando ella è al zenit, v'è tra essa e noi la metà del nostro globo di meno; onde ci deve comparir più grande: ci si è accostata realmente 1500 leghe. Lo stesso è degli altri Astri.

Per quante osservazioni siensi fatte, non si è potuto ancora assicurare che la Luna abbia atmosfera. Se mai ne ha, sarà poco considerabile e poco estesa, poco densa, e senza forza refrattiva. Non può avere atmosfera senza crepuscoli, e ben sensibili, da far vedere a canto alla parte illuminata un'altra parte debolmente chiara da far distinguer le macchie.

Si è quistionato più volte, se i poli sien soggetti a cangiamento. Fin Tico inclinò a credere che l' altezza del polo andasse continuamente declinando finchè il polo discenderebbe all' Equatore, e le zone glaciali diverrebbero torride; ma desiderò che si verificasse, se l' altezza del polo in Alessandria è ancora come l' osservò Tolomeo. Fu da Chazelles trovata quasi la stessa. Onde Cassini conchiuse che non è accaduto cangiamento sensibile nella posizione della Terra, e che di tante pretese variazioni le grandi si debbono attribuire alla incerta stima de' viaggiatori, e le piccole al difetto degli strumenti e delle osservazioni.

Cassini colle sue assidue osservazioni e co' Telescopj di Campana scoprì quattro Satelliti di Saturno. Quello, che prima avea scoperto Ugenio, è il quarto nell' ordine di distanza. Il primo gira intorno a Saturno in un giorno e 21 ore; il secondo in due giorni e diciotto ore; il terzo in giorni

quat-

quattro $\frac{1}{2}$; il quarto in sedici giorni, e il quinto in ottanta giorni. Questo quinto Satellite ha la particolarità che nel suo cammino intorno a Saturno non si vede sempre ugualmente chiaro: anzi sparisce quando egli è all' oriente: forse ha un emisfero che rimanda più luce dell' altro. Cassini ad esempio di Galileo volle dare a questi Satelliti il nome d' Astri di Luigi; ma Luigi non ebbe i suoi Astri, come Medici non ebbe i suoi. Ecco il nostro Sole con sei Pianeti e con dieci Satelliti. Quando dunque Ugenio alla scoperta del quarto Satellite di Saturno pronunziò che il sistema planetario era compito, perchè il numero de' Satelliti era già uguale al numero de' Pianeti, il suo giudizio fu illusorio: illusorie sono sempre le nostre convenienze. Con migliori telescopj si scopriranno chi sa quanti altri Astri. Non si può nè affermar nè negare che Venere abbia Satellite. All' incontro le leggi di Keplero si verifican sempre, e ne' giri di questi Satelliti i quadrati delle loro rivoluzioni son come i cubi delle distanze.

In Saturno furono scoperte delle bande, ma sì varianti che non si è potuto arguire, se sieno altri anelli, o atmosfera: e molto meno se n'è potuto dedurre la sua rotazione.

Cassini scoprì il lume *zodiacale*, così detto perchè va per il zodiaco: lume simile a quello della Via lattea, e si scorge la sera verso l' orizzonte dove il Sole tramonta, più chiaro e risplendente nel mezzo che verso le sue estremità; e si vede meglio dopo gli equinozj; rassomiglia alla coda d' una cometa, per la sua chiarezza, e per la sua rarità lasciando veder le Stelle a traverso il suo chiarore; ma è assai più largo, poichè le code delle comete non oltrepassano un grado di lar-

larghezza, e questo giunge a dieci e a dodici. La sua figura è d' una piramide appoggiata all' orizzonte, e la sommità acuta arriva fin alle Plejadi e al Toro. Precede anche il nascer del Sole. Che tal lume contenesse un ammasso di piccoli Pianeti impercettibili che girassero intorno all' Equatore del Sole, Cassini nol credè impossibile. Ma vi vide poi scintillare una materia rara e luminosa. Vide che talvolta spariva, e bisognava cercarla, così che un occhio non prevenuto, non l' avrebbe scorta; e perciò tanti osservatori del Cielo non l' avean visto. Egli osservò questo lume esser più forte quando il Sole avea più macchie. Pensò dunque che queste macchie e questo lume nascano da uno stesso fonte. Pensò che il Sole abbia una forza espansiva, per cui si purifica, e getta alla sua superficie una materia crassa e spessa com' è quella delle macchie, e slancia la più sottile e la più leggiera qual' è la luce fin a Saturno e all' estremità del nostro sistema planetario. Dunque l' azione della forza espansiva scaccia nel piano dell' equatore del Sole il lume *zodiacale*, materia men solida delle macchie, ma più densa della luce. E' insomma l' atmosfera del Sole, la quale si stende a grandi distanze. E questa atmosfera servì a Keplero per ispiegare le eclissi annulari del Sole, e perchè le eclissi totali del Sole non ci gettano in una oscurità profonda.

Roemer, quel Danese trasportato in Francia da Picard, osservò che l' eclissi de' Satelliti di Giove ritardavano 14 minuti più di quel ch' eran predette; donde inferì la propagazione e la velocità della luce. E' una verità sorprendente che la luce, benchè sì delicata e sì leggiera, percorre più di quattro milioni di leghe in un minuto.

Que-

Questa velocità è 250 mila volte più grande di quella d'una palla di cannone. Si confronti questa velocità col moto retrogrado de' punti equinoziali, il quale non è che 750 tese per anno, e col moto dell'eclittica, la quale per accostarsi all' Equatore non percorre forse questo spazio di 750 tese che in un secolo, e si vedrà lo stupore delle opere diverse della Natura. E quanti altri moti non ci saranno ancora insensibili! Il moto adunque ha i suoi eccessi di velocità e di lentezza, come l'estensione i suoi di grandezza e di picciolezza.

CAPITOLO VIII.

Dal 1672 fin al 1686.

FLAMSTEED Inglese appena avea ventisei anni che si propose di metter d'accordo gli Astronomi sopra una questione importante, qual è l'equazione del tempo. La durata de' giorni è inuguale, cioè è inuguale il tempo che il Sole impiega da un mezzodì all'altro. Ipparco se n'era accorto. Ma per diciotto secoli questa verità restò senza uso. Questa inuguaglianza risulta dalla inclinazione dell'eclittica sull'Equatore, e dal moto ineguale del Sole. Note queste cause, si può calcolar la quantità de' giorni più lunghi e de' più corti, le lor differenze accumulate forman l'*equazione* del tempo: questa serve a ridurre uguali i giorni inuguali, e così si ha una misura costante. Era uno scandalo che gli Astronomi, i quali in tutta Europa facevano un corpo, non convenissero in una cosa di principj evidenti.

L'

L'equazione del tempo è in ciascun giorno la differenza di questi due tempi. Quella che nasce dalla inuguaglianza del Sole è di 7′ 56″, quella che nasce dalla obliquità dell' Eclittica è di 9′ 55″; la lor combinazione fa una differenza di 16′ 14″. Questa quantità precisa è necessaria per decidere il vero momento delle osservazioni, e l' intervallo vero de' fenomeni.

La forza centrifuga nel moto circolare de' corpi, accennata da Cartesio, fu esaminata da Ugenio. Egli la sperimentò più grande ne' cerchi più piccoli; perchè i cerchi quanto più sono grandi, meno curvatura hanno, e la lor curva differisce poco dalla linea retta. All' incontro ne' piccoli cerchi la curvatura è più marcata, si allontana più dalla tangente, e in conseguenza lo sforzo che tende a portarvi il corpo è più grande. E' più grande ancora la forza centrifuga, quanto maggiore è la velocità de' corpi circolanti. Ma se i corpi circolanti han questa forza centrifuga, debbon anche avere un' altra forza contraria che li ritenga da scappare. Ugenio scoprì questa seconda forza, ch' egli chiamò *centrale* o *centripeta*. Questa forza centripeta è sempre e precisamente uguale alla centrifuga. Quando si gira una fionda, la pietra tira e stende il filo, e fa uno sforzo per iscappare: effetto della forza centrifuga. Ma la pietra non scappa, il filo la ritiene: ecco la forza centripeta, che è diretta verso la mano ove è il centro del moto e del circolo. Se queste due forze non fossero precisamente uguali, o il filo si allenterebbe e la pietra cadrebbe sulla mano se la forza centrale fosse maggiore; o il filo si romperebbe, se fosse minore, come accade se si attacca un peso troppo forte a un filo di seta o a un capello. Ma finchè

chè il corpo gira in circolo, le due forze sono uguali, si bilanciano, e si distruggono.

Ugenio dimostrò ancora che la forza centrifuga affinchè sia uguale alla centripeta in un corpo che cada da un'altezza per indi girare in un circolo, bisogna che l' altezza sia uguale alla metà del raggio del circolo che gli si vuol far descrivere. Ma Ugenio non considerò queste verità che geometricamente e isolatamente, e obliò la Fisica celeste.

Hook Inglese men geometra ma più astronomo ebbe grandi idee sul sistema del mondo, e su la causa nascosta de' moti celesti. Stabilì tre principj. Il 1°. che i corpi che hanno un moto semplice, continueranno a moversi in linea retta, se qualche forza non li costringe a cambiar cammino in qualche curva: questo fu conosciuto da Keplero, da Cartesio, e da Galileo. Il 2°. principio è che tutti i corpi celesti hanno un' attrazione non solo di tutte le loro parti verso il centro, ma anche tra corpi e corpi, onde si attraggono scambievolmente quando si rincontrano nella loro sfera d' attività. Copernico s' era accorto della gravità, Keplero dell' attrazione esterna. Il 3°. principio è che l' attrazione è tanto più potente quanto più vicini sono i corpi. Anche questo fu accennato da Keplero. Di rado si creano idee nuove. La gloria è di riunirle come debbono esserlo. E questo fu il gran merito di Hook, il quale riunì questi principj semplici, li fece universali, li riguardò come la base d' un sistema generale, e prevenne Newton.

NEW-

NEWTON

n. 1642. m. 1727.

Solitario, modesto, fece gran cose con semplicità, come la Natura ch' egli seguì. Egli fece nascere una nuova Astronomia; l' Astronomia fisica, cioè la scienza delle cause donde risultan gli effetti che per tanti secoli hanno occupate le teste degli uomini. Non già che l' Astronomia non fosse stata sempre fisica: la Fisica è la scienza della Natura, e tutto quel ch' esiste e compone l' Universo, è compreso in questa vasta denominazione. Ma le nozioni generali non si sono stabilite che a gradi. Si è cominciato dal circoscriver tutto, per potere abbracciar tutto nelle sue parti. Le scienze furon da principio tutte isolate, si riavvicinarono a poco a poco a misura che si avvicinava al centro unico dove i loro raggi si concentrano. Quel che ci è più vicino, ci sembra più interessante e più grande, perciò si pose la Terra nel centro de' moti, e si pose nel suo seno la sede della Natura. L' Astronomia era lo studio de' fenomeni lontani, la Fisica era su gli effetti che si operano intorno a noi, cioè su gli elementi e su le meteore: qui si ristringeva tutta la Natura. Ma le leggi del moto indicate da Keplero, la caduta de' gravi scoperta da Galileo; il peso dell' aria sperimentato da Torricelli, eran pur leggi della Natura. Keplero col suo vasto ingegno fu il primo ch' ebbe l' idea d' un tutto; e osò legare la Natura terrestre colla Natura celeste, ma non conobbe le leggi di questa dipendenza, e le cause da lui immaginate contenevan più errori che verità. Cartesio ripigliò questa grand' idea,

idea, costruì il mondo con elementi simili, lo stesso fluido faceva cadere i gravi, e circolare i Pianeti; la Natura era una nelle sue meditazioni, egli la sviluppò tutta intera con un meccanismo unico e semplice: ma questo meccanismo era un errore; la scienza è tutta verità. La congiunzione della Natura terrestre e della Natura celeste non poteva effettuarsi che coll'accostare i lor fenomeni, e col dimostrare che sono identici, operati dalle stesse cause e seguendo le stesse leggi. Questo è quello che noi dobbiamo a Newton. Venuto a tempo quando queste idee eran mature, dotato della maggior saviezza e d'un ingegno il più potente, pose i fondamenti dell'Astronomia fisica, sbrogliò il caos, separò la luce dalle tenebre, e riconcentrò le vere cognizioni.

Egli non ebbe bisogno di studiare gli elementi della geometria; li scorse, li seppe. Scoprì il suo talento nel legger Cartesio, entrò subito nella carriera dell'alta geometria, ad ogni passo egli vi fece una scoperta di metodi geometrici inventati o migliorati. Era ancora giovinetto, e avea data alla geometria una nuova forma, riducendola ad uno strumento sottile proprio alle ricerche profonde coll'invenzione del calcolo delle *flussioni*, o sia del calcolo *differenziale*. La Natura si sviluppa con accrescimenti insensibili: ella ha i suoi moti e i suoi piccoli passi che sieguon le stesse leggi come i grandi; sempre è la stessa nella sua sorgente umile e nella sua grandezza imponente. L'arte di Newton fu di andare a sorprenderla ne' suoi principj. Il suo metodo fu di considerar tutto quel ch'è suscettibile d'aumentazione e di diminuzione, l'estensione e il moto, decomporre le cose ne' loro elementi, osservar le lor variazioni infinitamente piccole, cogliere

gliere

glier le proprietà e le leggi osservate in queste piccole variazioni per applicarle all' estensione e ai moti che esistono per le stesse leggi e per li stessi principj. Questa invenzione ha fatto un rivolgimento nelle scienze esatte, come l' applicazione del micrometro nelle scienze pratiche: sono tanti organi de' quali l' uomo si è munito per penetrar nelle cognizioni delle cause. *Il* calcolo differenziale è una specie di micrometro, di cui il talento si serve per vedere più intimamente e con più sicurezza i rapporti delle cose, come per mezzo di quello strumento meccanico girato verso il Cielo l' occhio siegue l' estensione ne' suoi dettagli per acquistar con esattezza la misura de' grandi spazj e la durata delle rivoluzioni.

Nel *1666* Newton in età di ventiquattro anni ritirato da Cambridge in campagna per un contagio vide cader de' pomi dagli alberi. La caduta de' corpi troppo familiare non fa maraviglia al volgo, ma era incomprensibile ai Filosofi. Dacchè v' è moto, v' è una forza che lo produce, Newton pensò che questa forza non fosse limitata alla superficie della Terra; la vide agire nella profondità degli abissi, su le montagne più alte, e nell' atmosfera donde cade pioggia, neve, grandine. Questa forza che agisce perpendicolarmente sulla superficie della Terra, tende necessariamente al suo centro, e agisce lungi da questo centro ad una gran distanza. Giungerà fin alla Luna, dacchè la Luna è obbligata a girarci intorno e a seguirci. V' è un legame tra la Luna e la Terra. Questo legame è una forza. Questa forza è gravità, che ritien la Luna nella sua orbita, e la impedisce di lasciarci. Keplero ebbe questa idea, Newton ne diede la dimostrazione, e allora divenne una scoperta. Se la Luna gravita verso la Terra, deve

ten-

tender al centro della Terra: ha dunque una forza centripeta. Newton vi applicò la sua geometria sublime, e vide che i corpi che circolano in una curva qualunque intorno ad un punto fisso in virtù d' una forza sempre diretta ad esso punto, vi descrivon sempre intorno aje proporzionali ai tempi. Così egli rese generale la legge scoperta da Keplero.

I projettili lanciati nell' aria da una forza qualunque, e ricadendo per la loro gravità descrivono una curva, la qual curva ne' piccoli spazj è una parabola. Ma Newton senza limitare spazio, e supponendo nel corpo lanciato un moto uniforme e laterale, dimostrò che descriverebbe un' elissi, e che il centro del moto sarebbe in uno de' fochi. Ecco dimostrata l' altra legge di Keplero che i Pianeti descrivono elissi intorno al Sole ch' è nel foco; e i Satelliti intorno ai Pianeti.

Due forze vi voglion per un moto curvilineo, e due forze fanno muovere elitticamente Pianeti e Satelliti: la prima agisce di continuo uniformemente, e se fosse sola, scaccerebbe i corpi in una linea retta; questa nasce dall' impulsione primitiva data all' Astro allorchè fu posto in moto. L' altra diretta al centro, centrale, centripeta, è l' attrazione che agisce in ragion inversa de' quadrati delle distanze, e perciò il moto de' Pianeti e de' Satelliti è inuguale. Non v' è cosa più mirabile di questo meccanismo. Per questa combinazione di forze tutto si muove, tutto cambia, tutto si conserva. Due principj distruttori concatenati l' un dall' altro, son uniti con effetti durevoli, e mantengono il mondo. Se prevalesse la forza centrifuga, i corpi scapperebbero come pietre dalle fionde, nè ritornerebbero più. E se

l'attrazione o sia la forza centrale agisse sola, tutti cadrebbero nel centro: la Luna cadrebbe sulla Terra, i Satelliti su Giove e su Saturno, e tutti i Pianeti e le Comete sul Sole.

La forza centripeta emanata dalla Terra che ritien la Luna nella sua orbita, è la stessa gravità che fa cadere i corpi verso il centro del nostro globo. Infatti la Luna cade ogni minuto verso la Terra quindici piedi: nella distanza media la Luna è lontana dalla Terra sessanta semidiametri terrestri; ella è dunque lontana sessanta volte di più che i corpi che cadono sulla superficie, i quali non sono lontani dal centro che un semidiametro. L'attrazione decresce come aumenta il quadrato della distanza, dunque deve essere 3600 volte più debole nella suddetta distanza della Luna. Dunque la Luna trasportata alla superficie della Terra vi cadrebbe 3600 volte più veloce, cioè vi farebbe 3600 volte quindici piedi in un minuto. Per l'esperienza d'Ugenio si sa che un corpo cadendo fa quindici piedi nel primo minuto secondo; e secondo le scoperte di Galileo gli spazj percorsi son come i quadrati de' tempi. Onde se un corpo in un minuto secondo percorre quindici piedi, in 2″ fa quattro volte quindici piedi, in 3″ fa 9 volte 15, e in 60″ cioè in 1′ farà 3600 volte 15. Dunque l'attrazione, che fa gravitar la Luna verso la Terra, è la stessa che fa cadere i corpi. Se noi potessimo fare sperienze grandi, elevandoci ad altezze di qualche semidiametro terrestre, vedremmo cadere i corpi secondo la legge prescritta, cioè con forza crescente come decresce il quadrato della distanza. Resta dunque dimostrato che la Natura celeste è simile alla terrestre. E se a' nostri projettili potessimo dare un' impulsione uguale all' attrazione, descri-

ve-

verebbero elissi intorno alla Terra. E se l' impulsion della Luna diminuisse, se ne verrebbe giù come i nostri gravi.

Se la Terra hà una forza d' attrazione da ritener la Luna che le gira intorno, forza d' attrazione incomparabilmente maggiore deve aver il Sole per ritener tutti i Pianeti e tutte le Comete che girano intorno ad esso. Questa forza agisce più ne' più vicini; dunque i più vicini si debbon muover più velocemente che i più lontani. E questo è quel che si osserva ne' Pianeti. Newton si propose questo problema: Se più corpi girano in elissi intorno ad un corpo posto nel foco comune di queste elissi; e se questi corpi sono attratti verso di esso dalla sua unica forza, la quale sia inversamente proporzionata al quadrato delle distanze: qual sarà la proporzione de' tempi ne' quali queste elissi intere saranno descritte? La soluzione fu che i tempi delle rivoluzioni saranno come le radici quadrate de' cubi delle distanze; e così dimostrò la terza legge de' moti celesti scoperta da Keplero.

Il vantaggio delle soluzioni geometriche è d' esser generali. Dimostrato che i Pianeti mossi secondo le leggi di Keplero, sono animati da una forza che risiede nel Sole, è ugualmente certo che i Satelliti di Giove e di Saturno soggetti alle stesse leggi sono animati da forze che risiedono in Giove e in Saturno. Così della Terra riguardo alla Luna. Il Sole non è dunque il solo che abbia forza d' attrazione; ne hanno anche gli altri gran corpi, ma con gradi convenienti alla loro subordinazione. Se la Terra stende la sua azione fin alla Luna, se Giove, e Saturno fin ai loro Satelliti, si deve credere che il loro potere vada oltre, e che i Pianeti possan agire gli uni

su gli altri; e se il Sole li tiene sotto la sua potenza, la loro giungerà fin a lui. La forza di questi globi diminuisce colla distanza, vi sarà un termine in cui finisce, ma di qua di questo termine l'attrazione deve esser reciproca fra' corpi celesti. Sole, Pianeti, Satelliti, Comete, tutti scambievolmente agiscono e reagiscono, l'attacco e la difesa sono rispettivi; le fortune sole sono differenti, perchè gli uni dominano, gli altri son dominati.

L'inuguaglianza delle condizioni nel fisico come nel morale proviene dalla inuguaglianza della forza. I più forti hanno l'impero. Il *Sole* che regge tutto è più grande di tutti; la Terra, Giove, Saturno che hanno Satelliti, sono più grandi de' Satelliti. Ma la grandezza è segno infallibile di potenza? Vediamo di no. Vediamo che i corpi più compatti sono i più duri, i più pesanti, i più capaci di sforzo; e questo sforzo è proporzionale alla quantità di materia, alla lor massa. Dunque i corpi celesti nello spazio dell'Universo sono come i minerali dispersi nella Terra: son globi inugualmente densi, e formati di differente quantità di materia, e perciò capaci di più sforzo. Quindi la differenza della lor forza centrale o attrattiva. Dunque le loro forze rispettive sono proporzionali alla quantità della materia, o alla massa de' loro corpi.

L'attrazione rivelataci da' corpi celesti si trova la stessa nella nostra Terra. Oltre l'attrazione magnetica ed elettrica, si vede in tutte le parti della materia l'attrazione reciproca. I fluidi si formano in gocce emisferiche per attrazione reciproca delle loro molecole, le quali in quella forma si bilanciano e occupano il minore spazio possibile. I liquori ne' tubi capillari s'alzano al

di

di sopra del lor livello per l' attrazione delle pareti del tubo. L' acqua in un vaso ha la superficie alquanto concava perchè i labri la attirano e la inalzano. All' incontro il mercurio vi fa una superficie convessa, perchè è più pesante e attrae più del vetro. Le affinità chimiche, le dissoluzioni, le precipitazioni, le coagulazioni non sono che attrazioni. Queste molecole esercitano in piccole distanze proporzionali alla loro massa un' attrazione simile a quella, che i globi celesti esercitano negli spazj dell' Universo in distanze enormi. La grossezza di queste molecole, le lor figure, per cui possono toccarsi in pochi o in molti punti, diversifican le loro attrazioni. I fluidi han poca aderenza nelle loro parti pel fuoco che le agita: tolto il fuoco dall' acqua, le sue parti si toccano più da vicino, e divien solida. Due lastre di marmo, o di specchi se si combacian bene per la loro levigatezza, e per qualche fluido interposto, si attraggono talmente che vi vuol molta forza per disgiungerli. La causa della coesione è l' attrazione o sia la gravità; e siccome la coesione è più o meno in tutti i corpi, Newton con ragione ha conchiuso che la gravità è universale in tutte le parti della materia.

L' attrazione dunque è una forza non solamente propria a tutti i corpi celesti, ma a tutte le loro parti; ciascuna porzione per quanto piccola che sia, n' è rivestita. Onde l' attrazione d' un corpo è la forza risultante dalle attrazioni particolari di ciascuna delle sue parti. La forza totale del Sole è diretta al suo centro, e attrae i corpi esteriori, quali sono i Pianeti che gli girano intorno in ragion inversa del quadrato delle loro distanze.

Una delle più belle e sorprendenti scoperte di

Newton fu che un corpo, il quale in una certa distanza della Terra pesasse una libbra, posto successivamente nella distanza del centro di Saturno, di Giove, del Sole, peserebbe 78, 288, 307831 libbre. Ma peso è lo stesso che gravità, e attrazione; e gravità e attrazione è in ragione della massa o sia della quantità di materia contenuta nel corpo; dunque Saturno ha 78 volte più peso o materia che la Terra, Giove 288 volte di più, e il Sole 307831 volte di più che la Terra. Newton giunse a valutar il peso e la massa di questi enormi corpi co' principj dimostrati da calcoli rigorosi; e i principj sono che i corpi girano intorno ad altri in vigor della gravità, la quale agisce in ragione inversa de' quadrati delle distanze.

I Pianeti solitarj, cioè senza Satelliti, Marte, Venere, Mercurio, non avendo corpi che pesino su di loro, non possono valutarsi di quanto peso sieno; ma si può congetturare ch' essendo l' un per l' altro uguali alla mole della Terra, abbiano anche la stessa massa e gravità che la Terra. Onde riunendo insieme tutte le forze de' sei Pianeti, che sono

Saturno - - - - - - - - - - - -	78
Giove - - - - - - - - - - - - -	288
Marte - - - - - - - - - - - - -	1
Terra - - - - - - - - - - - - -	1
Venere - - - - - - - - - - - -	1
Mercurio - - - - - - - - - - -	1
	370

la loro somma è 370, e quella del Sole è 307831. Onde la forza del Sole è mille volte più grande di quella di tutti i Pianeti presi insieme. Posti

dunque ad una leva d' una bilancia tutti i Pianeti, e all' altra estremità il Sole, il Sole se li trasporta tutti (*a*). E questo è quel ch' è accaduto nel sistema dell' Universo. Il Sole più forte si è impadronito di tutti i Pianeti, e li ha costretti a girargli intorno. A sua imitazione ciascun de' suoi vassalli, che si è trovato forte, ha soggiogato qualche piccolo corpo che ha potuto afferrare, e si è fatto servire obbligandolo a girargli intorno. Questo giogo si è distribuito in ragione della forza da una parte, e della debolezza dall' altra. Una legge universale si è stabilita: l' attrazione. L' attacco e la resistenza sono talmente bilanciate che ne risulta un equilibrio forse eterno. Questa è la spiegazione che Newton ha data dell' ordine dell' Universo; fondata tutta su la Fisica più sana e su la Geometria più sicura. Che differenza co' vortici immaginarj di Cartesio!

I Pianeti, che girano intorno al Sole in un' elissi, nel foco di cui è il Sole, hanno una forza centrifuga variante, tanto minore quanto son più lontani dal Sole, e allora la forza centripeta ha più vantaggio. Ma a misura che il Pianeta si accosta al Sole, la forza centrifuga cresce tanto più che il Pianeta si muove con maggior velocità, e ha vantaggio su la forza centripeta per l' altra semi-rivoluzione, finchè la gravità riprenda il suo primo ascendente con cui ha incomin-

 cia-

(*a*) Ma anche il Sole è obbligato alquanto a muoversi, e a descrivere una piccola elissi intorno al centro di gravità al punto di appoggio universale che regge il detto corpo. Questo punto d' appoggio dell' immensa leva è nel Sole stesso, e il centro del Sole si muove intorno a quel punto.

ciato il giro. Tutto quel ch'è forza, è un principio di produzione e di distruzione. Opponendosi forza a forza l' equilibrio sussiste.

La forza d' attrazione, ch'è proporzionale alla quantità della materia, resta finchè resta la materia. Ma la forza d'impulsione, che ha posto in moto i corpi celesti, come mai si conserva? E perchè non si ha a conservare? Perchè noi vediamo che i corpi che noi slanciamo per l'aria perdono il loro moto. Lo perdono per la resistenza dell' aria. Il moto non si perde in un corpo se non perchè si comunica ad un altro. Newton ha calcolato che all' altezza di 70 leghe l'aria deve esser 75 milioni più rara che alla superficie della Terra, e Giove in un milion d' anni vi perderebbe a pena una milionesima parte del suo moto. Quindi egli stabilì che i Pianeti si muovono nel vacuo.

Se i Pianeti stendon la loro attrazione fin al Sole, e lo sluogano, molto più agiranno gli uni su gli altri, e si altereranno scambievolmente ne' loro moti. Quindi non più un moto semplice, ma una complicazione di varj moti. Il moto di ciascun atomo della materia è complicato con tutti gli atomi dell' Universo. Dunque dalla sola attrazione, principio semplice, nasce tutta la complicazione e la varietà prodigiosa de' fenomeni. Se gli effetti dell' attrazione corrispondono ai fenomeni, l' attrazione è dimostrata; se no, no.

Newton vide chiaramente che il corso tranquillo e regolato de' Pianeti dimostra la lor gravitazione verso un centro, e vide ancora che il cammino sempre intorbidato e irregolare della Luna dimostra l' universalità di questa gravitazione, e la sua tendenza inuguale verso differenti

cen-

centri inugualmente lontani. Abbozzò la teoria delle inuguaglianze della Luna provenienti dalle attrazioni della Terra, e del Sole, ma lasciò che i suoi posteri lo sviluppassero.

Dalle osservazioni che Richer fece, che il pendolo sotto l'Equatore pesa meno, Newton calcolò che la forza centrifuga all'Equatore è la 289^{esima} parte della gravitazione; onde un corpo che pesi 289 libbre ai poli, non peserà all'Equatore che 288 libbre. E in questo s'incontrò con Ugenio.

Posto poi che i corpi pesino meno all'Equatore che ai poli, le terre e le acque del mare debbono esser più elevate all'Equatore che ai poli, affinchè si mantengano in equilibrio. Quindi la Terra è una sferoide compressa ai poli, e se la sua massa è uniforme (noi non ne conosciamo che la sottilissima scorza) la sua compressione non deve essere che una 230^{esima} parte. Quindi i gravi non debbon tendere al centro della Terra: infatti cadono in linee perpendicolari alla superficie, e quando la superficie non è una sfera ma una sferoide, le linee non tendono al centro, ma ad uno spazio piccolo che diviene il centro di loro concorrenza.

Anche Giove è una sferoide, compresso ai poli. Newton calcolò che un diametro è all'altro come 10 a 9.

Dalla figura sferoidale della Terra proviene la sua protuberanza all'Equatore. Da questa protuberanza Newton dedusse la retrogradazione de' punti equinoziali, i quali retrocedono ogni anno 50″, e percorrono tutta la circonferenza dell'eclittica in 25920 anni. Questa retrogradazione fu scoperta da Ipparco, ed è la stessa che la precessione delle Stelle in longitudine, nota nella più

an-

antica Astronomia. Le Stelle si avanzano un grado ogni settanta anni, e percorrono l'eclittica in 25920 anni. L'Astronomia antica è su questo periodo perfettamente d'accordo colla moderna. Ma la causa n'è stata ignota per sei mila anni, finchè Newton la scoprì e la dimostrò. Egli dimostrò che il Sole e la Luna agiscon su la protuberanza dell' Equatore della Terra, e la fanno retrocedere intorno a un asse perpendicolare all' eclittica; e de' 50" che retrocede ogni anno, il Sole ne produce incirca 10" e la Luna 40". L' ingegno di Newton prevalse su la penuria de' dati allora poco noti, e M. d' Alembert ha poi giustificate le viste di Newton col risolver pienamente il problema della precessione degli equinozj. Tutte le Stelle, gli afelj de' Pianeti, e tutti i punti fissi del Cielo sembrano aver un cammino progressivo. Questo cammino si riferisce agli equinozj che non sono fissi, e che retrocedendo fanno che tutto il resto sembri avanzarsi. In conseguenza di questa rotazione della Terra tutti i suoi punti e anche i poli debbono girar lentamente intorno agli assi dell' eclittica. L' individuo non si accorge di questo moto; ma la specie umana dura abbastanza per vederlo, e ha visto la rivoluzione apparente delle Stelle compiersi in 25920 anni. Ma per migliaja d' anni non ne ha saputa la causa. Or se Newton ha svelato quello che per sempre è stato occulto, potrà altri diciferarci tanti misteri che ci circondano. Se la Natura ci ha donato un Newton, ci ha fatto conoscere quanto può la nostra intelligenza. L' avvenire ha nel seno della Natura le stesse risorse che il passato. Il tempo mina sordamente gli ostacoli, e ci porta a ulteriori progressi.

New-

Newton vide ancora l'inuguaglianza della precessione degli equinozj. La retrogradazione de' punti equinoziali e la precessione degli equinozj sono espressioni identiche. Dacchè il punto equinoziale retrocede, cammina in senso contrario del Sole. Il Sole compiendo il suo giro incontra questo punto che gli vien avanti, lo raggiunge più presto, e il tempo dell' equinozio anticipa. Onde il tempo degli equinozj precede il tempo in cui l' equinozio accaderebbe, se il punto equinoziale non rinculasse. Vide altresì la variazione dell' obliquità dell' eclittica che si compie in un anno, e che è dovuta al Sole. Questi fenomeni assolutamente ignoti agli Astronomi, appartengono a' nuovi metodi del calcolo inventato da Newton, il quale ha preceduto l' età future.

Quel che sopra tutto è d' ammirarsi nelle ricerche di Newton è la corrispondenza de' risultati, e il concatenamento delle sue verità. Si osserva che i corpi cadon più lentamente all' Equatore, Newton ne conchiude che la Terra è compressa ai poli. Da questa compressione egli deduce il suo gonfiamento all' Equatore (*a*); e da questo gonfiamento deriva la retrogradazione degli equinozj, la quale non esisterebbe se la Terra fosse compressa all' Equatore, o fosse sferica. Finalmente egli lega questo fenomeno noto da migliaja d' anni ad un altro non ancora scoperto, qual è l' inuguaglianza di essa retrogradazione, e della variante obliquità dell' Eclittica. Deduce Newton tutto questo da una sola verità, dall' Attra-

(*a*) Egli rassomiglia questo gonfiamento a tante lune o satelliti che sieno intorno all' Equatore della Terra.

trazione. La generalità va sempre colla semplicità?

Colla stessa attrazione Newton spiegò il flusso e reflusso del mare, che fin a lui era rimasto un arcano. Egli vide che dipendeva dalla forza attrattiva del Sole e della Luna; e calcolò che quella del Sole vi produce 2 piedi di elevazione, quella della Luna 9, e tutte due insieme 11. Il più singolare delle maree è il loro doppio abbassamento in ventiquattro ore. Se la Luna quando è sull'orizzonte e al zenit inalza le acque, come poi quando è al di sotto può anche inalzarle? Dovrebbe anzi attirarle in giù. Newton ne rende una ragione ben semplice. La Luna sull' orrizzonte attrae e solleva le acque; quando è al di sotto attrae più il centro della Terra che le acque. Questo centro la sera fugge, come le acque lo avean fuggito la mattina, e ne' due casi elle s' inalzano. Lo stesso è relativamente al Sole.

Quindi le più grandi maree accadono quando il Sole e la Luna in congiunzione o in opposizione passano insieme pel meridiano, quando sono sul zenit, quando son più vicine alla Terra. Al contrario le minori maree succedono quando i due Astri sono in quadratura, e i loro effetti sono opposti o per la loro maggior distanza dalla Terra, o per l'elevazione sull'orizzonte. Ritardan però le alte maree alquante ore dopo il passaggio de' suddetti Astri per la resistenza delle acque, per la lor adesione, per il loro attrito. Secondo la teoria il mare non può inalzarsi che undici piedi, s' innalza però fin a quaranta e anche a cinquanta per le circostanze locali delle coste, de' seni, e de' venti.

E pure v' è stato un Don Alessandro Benedetti-

tino, e un Baliani nobile Genovese che per i-spiegar l'esto marino, han fatto girar la Terra intorno alla Luna. Tanto può girar la testa degli uomini!

Da queste scoperte, e specialmente dal gonfiamento della Terra all'Equatore, risulta una verità, che Newton non ha espressamente sviluppata, ed è che la materia della Terra è stata primitivamente fluida. Altrimenti era impossibile che prendesse la figura sferoidale che ora ha.

Newton dal suo principio generale dell'attrazione dedusse la teoria delle Comete, osservandole e calcolando molto. Le Comete, come tutti gli altri Pianeti, descrivono intorno al Sole aje proporzionali ai tempi: ecco la prima legge di Keplero. La parte parabolica del loro cammino annuncia che la lor orbita intera è una elissi allungatissima: questa è l'altra legge. Le Comete vanno con velocità tale che i quadrati de' lor tempi sono come i cubi delle lor distanze dal Sole: ed ecco la terza legge. Dunque le Comete son dotate della stessa forza d'attrazione, generale a tutti i corpi celesti, la qual forza si propaga dal Sole, e agisce in ragion inversa de' quadrati delle distanze. Le Comete hanno nelle loro orbite il Sole nel foco delle loro immense elissi, e in conseguenza soggiacciono a inuguaglianze simili, ma più grandi che gli altri Pianeti. Più vicine al Sole si debbono muover più velocemente; e quando ne sono lontanissime, andranno lentissime. Se fra di loro s'incontrano, posson disordinare, e alterare le loro rivoluzioni, perchè per la loro lentezza restan molto tempo esposte alla loro mutua attrazione. Perciò le Comete non sono, come i Pianeti, racchiuse in un zodiaco ristretto; la lor distanza, e la grandezza del-

delle loro orbite son tutte differenti, e tagliano il Cielo per tutti i versi. Possono le lor orbite tagliarsi, e andar via divergenti. Ma possono ancora incontrarsi, senza più speranza che quelle Comete descrivano più le stesse orbite, e può anche accadere che ricompariscano in orbite differenti, o che spariscano per sempre.

Newton osservò la famosa Cometa del *1680*, e la vide nel suo perielio vicina al Sole *la sesta* parte del suo diametro. Il diametro del Sole si suppone di 150 mila leghe, onde la Cometa gli si accostò 25 mila leghe, cioè tre e quattro volte più vicino di quel che la Luna è alla Terra. Dovette dunque quella Cometa soffrirvi un *calore 28* mila volte più forte di quello che noi sentiamo *l'* estate, e più di due mila volte di quello d' un ferro rovente. Dunque vi si sarà dissipato quanto ella avea di liquido e di volatile. Newton calcolò che un globo di ferro della grandezza della Terra arroventato al fuoco, starebbe 50 mila anni per raffreddarsi. Dunque le Comete sono di materia perfettamente fissa, e quando si allontanano tanto dal Sole, hanno una risorsa contro il *freddo*. Ma M. de Buffon ha fatte sperienze esatte sull' infocamento e raffreddamento de' globi, e ha tratti risultati ben differenti da quelli di Newton.

La vicinanza di quella Cometa verso il Sole, e la sua rapidità, fece sospettar a Newton che al suo ritorno vi potrebbe esser inghiottita, e dar così più alimento al Sole. Forse (aggiunse egli) le Stelle che spiccano tutto in un tratto, ci erano invisibili per mancanza di fuoco attivo, e brillano riaccese per la caduta di qualche Cometa.

Newton spiegò che le code delle Comete, sempre opposte al Sole, non sono che fumo e prodot-

dotto de' loro vapori. La barba, la chioma è una specie di loro atmosfera che le rende più scure. Le code si veggon quando la Cometa è al suo perielio; e son tanto più lunghe quanto più approssima al Sole. Le Comete lontane dal Sole non mostran coda. Quella del 1680 avea una coda lunga settanta gradi o sia nove in dieci milioni di leghe, e larga quanto il diametro della Cometa. Questa gran coda non era montata a tanta lunghezza che in due giorni. L' etere dunque non ha resistenza alcuna. La dilatabilità de' vapori è stupenda. Newton ha calcolato che un pollice della nostra aria trasportato all' altezza di 1500 leghe, s' estenderebbe al di là di Saturno. La nostra atmosfera illuminata dalla luce del Sole ci estingue tutti gli Astri e anche la Luna, mentre l' atmosfera delle Comete ci fa trasparire fin le Stelle più minute; dunque è molto più rara e sottile della nostra aria.

Dal vero moto delle Comete intorno al Sole in orbite paraboliche si deduce chiaramente, che alcune Comete hanno un moto retrogrado, cioè contrario al moto generale de' Pianeti e de' Satelliti del nostro sistema.

Newton spiegò la Natura col sistema della Gravitazione. Partì da fatti generali per cercare il principio che li produce. Le tre leggi di Keplero, che sono tre fatti, gli rivelarono la principal molla del moto, l' attrazione. Tutti i fenomeni della Natura gli confermarono l' attrazione. E' questa attrazione che produce le inuguaglianze della Luna, i moti del suo apogeo e del suo nodo. L' attrazione fa retrocedere i punti equinoziali in una rivoluzione lentissima. L' attrazione assoggetta al Sole Pianeti e Comete, e produce l' esto marino. Una moltitudine di gran feno-

me-

meni scoperti dopo non si possono spiegare che per l'attrazione. L'attrazione come domina in Cielo, così domina in Terra. Precipita i gravi sulla superficie verso il centro, rotondeggia le gocce de' liquidi, li inalza ne' vasi capillari, e produce le attrazioni elettriche e magnetiche. La Natura da per tutto manifesta attrazione: tutto il moto è prodotto e regolato da questa forza.

Ma che cosa è attrazione? La simpatia, l'amicizia, l'amore erano espressioni usate dagli Antichi, le quali provan solamente l'inclinazione dell' uomo a ritrovar da per tutto i sentimenti che lo consolano, o le passioni che lo agitano. Keplero, e Hook soltanto si possono associare a Newton, per avere dell' attrazione avuta un'idea netta, riguardandola per causa universale. Newton condotto dalla geometria si è assicurato dell'attrazione in tutti i fenomeni.

L'attrazione svelata da' fenomeni, ch' ella produce, non è ella stessa che un effetto. Ma di qual causa? Le cause delle cause primitive sono ignote a noi altri uomini. L'impulsione non può esser causa dell'attrazione; perchè l'impulsione si proporziona alla superficie de' corpi, e non alla lor solidità, come fa l'attrazione. Newton per dir qualche cosa, disse che l' attrazione è d' un fluido sottilissimo che circonda e penetra tutti i corpi. Egli stesso fu poco contento di questo suo fluido, il quale non si sa come avea a muover tanti corpi in sensi contrarj. Il più semplice è il riguardar l' attrazione per una proprietà essenziale della materia, come l'impenetrabilità, l'estensione ec.

Newton nella sua età matura pubblicò la sua maturata opera *de' Principj Matematici della Filosofia Naturale*, e nella Prefazione dice: „ Io do-

„ domando che quest' opera sia letta con indul-
„ genza, e che i difetti inevitabili in una materia
„ sì difficile non sieno un soggetto di biasimo,
„ quanto un'occasione di tentativi nuovi e di ri-
„ cerche più profonde " . La modestia è quasi sempre inseparabile dalla vera superiorità. Newton più di qualunque altro uomo ebbe bisogno di farsi perdonare la sua elevazione. Newton ha illuminato tutto il mondo, ha rovesciate le scuole, e Aristotele e Cartesio, e ha operata una rivoluzione, non già di quelle tiranniche de' conquistatori, ma ha stabilito da per tutto il regno della verità.

Questa non è ancora tutta la celebrità di questo uomo raro. Newton creò di nuovo l' Ottica, come avea creata la scienza del moto de' corpi celesti. La luce è un fluido infinitamente sottile, ma materiale e sottomesso alle leggi del moto. La luce si riflette dalle superficie, perchè è elastica. S' inflette passando presso ai corpi per l' attrazione che prova, e la devia. Passando da un mezzo ad un altro più denso si refrange, va più veloce, perchè v' è più attratta. Quando il raggio passa obliquamente da un mezzo in un altro più raro, piega strada ritenuto dall' attrazione del mezzo più denso.

Newton decompose la luce, ne fece per così dire l' anatomia, spiegò un fenomeno fin a lui inesplicabile, e rese un gran servizio all' Astronomia. Ricevendo per il prisma un raggio di luce in una camera scura, si assicurò che ogni raggio di luce per quanto piccolo sia, è composto d' un' infinità di raggi differentemente coloriti. Nella loro infinità si distinguono sette colori, che si possono riguardar come primitivi, e sono rosso, arancio, giallo, verde, turchino, indaco, violet-

to. Riuniti insieme questi sette raggi primitivi, il raggio totale fa il bianco: il bianco è il carattere proprio della luce; la di lei privazione è il nero. Dunque i colori esistono ne' fili che compongono il raggio sensibile: questi colori si separano nel prisma per la refrazione che il raggio prova quando vi passa: ciascuno de' raggi delicati ha la sua refrangibilità differente e inalterabile. I colori dunque sono nella luce che illumina gli oggetti e ce li rende visibili, e non già negli oggetti stessi. Gli oggetti compariscono colorati, perchè la loro superficie è disposta in modo da riflettere quella specie di raggi, e assorbirne gli altri. Tutto quel ch'è verità era fatto per Newton. La verità esiste principalmente negli elementi delle cose: il medesimo uomo sorprese e i germi de' colori, e le prime molle del moto.

Ma che cosa è luce? La risposta di Newton è della maggior semplicità, e perciò chiara quanto la luce stessa. La luce viene dal corpo luminoso, il quale la slancia, la rispande, ed ella cade su gli oggetti che incontra. Al finir della notte, si vede un tratto di luce al punto dell'orizzonte donde ha da uscir il Sole: questo tratto si stende in arco lungo l'orizzonte, e l'arco ben presto s'ingrandisce: il crepuscolo è la luce che precede il Sole: ella perviene alle nuvole, e vi si decompone per produrvi i colori scoperti da Newton. Le particelle dell'acqua che forman quelle nuvole, sono un' infinità di prismi, dove la Natura ripete in grande le esperienze ingegnose del Filosofo Matematico. L'Aurora sviluppa lo stesso meccanismo. E quando l'Astro si offre tutto a' nostri sguardi, vediamo ch' egli è la sorgente della luce, e di tanta luce che non possiamo più distinguerne i raggi. Le apparenze del-

la sera conferman quelle della mattina. Sparisce il Sole, e la luce ci abbandona. I sensi dunque ci apprendono che la luce vien dal Sole. I sensi però c' ingannano; gli occhi ci dicono che il Sole si muove, e ci burlano. Ma la ragione dirige i sensi, pesa e giudica de' loro rapporti; e quando la ragione non oppone niente, noi dobbiam credere alla testimonianza de' sensi.

Ma come que' tanti fiumi di raggi partiti da tanti Astri, e da tanti punti del Sole, non s' incontrano, non s' incrociano e non si confondono? La stessa difficoltà è nelle onde tremole dell' aria che trasmette il suono. La picciolezza estrema de' raggi della luce, e lo spazio immenso per cui si diffondono, possono impedir il suddetto inconveniente.

La luce tramandata dal Sole ai Pianeti, e respinta reciprocamente dagli uni su gli altri, sembra divenire un legame universale. I gran corpi dell' Universo resterebbero solitarj senza questa corrispondenza: ella è una specie di commercio e di cambio stabilito dalla Natura fra loro; gli uni dispensan colla luce il calore, gli altri danno quel che ricevono, ma tutti s' illuminano, e s' avvertono di loro esistenza, e s' ajutano con beneficj scambievoli.

Ma il Sole a forza di dare, si esaurirà: E perchè no? Qual necessità che sia eterno? La luce però è una materia sì leggiera, che una picciola parte della massa solare basta per illuminare tutti i Pianeti e tutti gli spazj per secoli. E chi sa che il Sole non si rifaccia delle sue perdite coll' inghiottirsi delle Comete, e col riassorbirsi la sua stessa luce riflettuta e mandatagli da' corpi celesti? Il principio attivo della Natura ha eminentemente la sua maniera d' agire: non

N 2 di-

distrugge che per ricompensare, nè consuma che per produrre.

Dacchè l' Aurora si dipinge nel Cielo, e i colori nascono per il prisma, perchè la luce vi si piega e vi si refrange, Newton si avvisò di applicar la sua teoria della luce ai cannocchiali. L' obbiettivo de' nostri Telescopj è un' unione di piccoli prismi, ciascun de' quali produce i suoi colori, che fanno un' iride intorno alle immagini; e la stessa potenza, che piega i raggi per aumentar la grandezza degli oggetti, separa gli stessi raggi, altera la bianchezza della luce, e v' introduce confusione. Newton non trovò altro riparo a quest' inconveniente, che evitar la refrazione. Pose perciò nel cannocchiale uno specchio che riflettesse. Prima di lui Cartesio, Mersenno, Gregori proposero questo specchio, ma lo proposero di forma parabolica o iperbolica, cioè ineseguibile. Newton lo fece di forma circolare, e un Telescopio di cinque piedi costruito secondo i suoi principj pareggiò quel bello obbiettivo di 123 piedi che Ugenio donò alla Società Reale.

Le tante scoperte di Newton erano certamente preparate. Non si può costruire un edificio vasto senza materiali ammassati. Gilbert avea paragonata la Terra a una calamita; Keplero avea riguardato il Sole come una calamita ancora più attiva, e gli diede una virtù motrice diminuita dall' aumentazione della distanza, e fece di questa virtù una molla di moto; Hook pronunziò il nome d' attrazione, pensando che fosse universale e soggetta a leggi. Keplero avea date le tre leggi del moto de' corpi celesti; Galileo quella della caduta de' gravi; Cartesio avea annunciata la forza centrifuga; Ugenio ne avea stabiliti i principj e le variazioni. Su queste cognizioni si ele-

elevò Newton. Così lo spirito d'un secolo si compone dello spirito de' secoli precedenti. Ma i secoli passati han lasciato errori e verità. Che eccellente ragione non si richiede per scegliere da questo miscuglio i soli fatti veri? E qual ingegno potente per disporre tutti questi fatti in un gran disegno? Mai uomo ha percorso tanto spazio nella sfera delle cognizioni, e ne ha estesi i limiti quanto Newton. Mai l'intendimento umano è giunto a tal grado. E' un bello spettacolo veder Newton comprimer la Terra da principio fluida, prescriverle la forma che ha dovuto ricever per l'equilibrio, e calcolare il potere degli Astri su le acque della sua massa consolidata; incatenare gli Astri medesimi a un centro immobile da una forza sempre rinascente, della quale tutti sono animati; spiegar tutti i fenomeni della Natura, e rimontare a traverso la folla di questi fenomeni per giungere alla causa semplice e unica donde son derivati. Che Newton! Quanta distanza tra lui e i suoi precursori sì per l'universalità che per la giustezza delle idee! I più son celebri per le cadute e per gli errori. Newton non ha prodotte che verità.

Newton così singolare per le sue sublimi scoperte, lo fu altrettanto per il suo carattere morale. Fu un oro perfettamente puro. Egli fu sempre semplice, modesto, tranquillo, inalterabile. Pure un grand' ingegno tendente a cose grandi suol essere ardente e appassionato. Ma Newton fu grande senza passione, e attivo con tranquillità. Osservatore immobile, egli vide successivamente svilupparsi tutto il Cielo girandogli intorno. Par come trasportato nel centro della Natura, dove fan capo tutti i raggi della verità; di là spettatore ha raccontato quel che ha veduto.

 E-

Egli fece facilmente cose difficili. Non potè dunque ammirare quel che sì poco gli avea costato. Non potè esser orgoglioso. Non è la facilità del lavoro, nè la rettitudine delle idee che fa nascer l'orgoglio. Bisógna aver avuto spesso torto per inorgoglirsi di aver ragione. Gli uomini non si applaudiscono che quando sono sorpresi delle loro produzioni: attaccano allora un gran prezzo al frutto de' loro sforzi penosi. L'orgoglio è il sentimento della mediocrità; è la confessione della nostra debolezza.

Newton non incontrò difficoltà nelle sue scoperte, e le stimò poco, e sì poco che non ne fu mai geloso, nè sollecito a pubblicarle, nè a' difenderle. Nella famosa disputa sul calcolo differenziale con Leibnitz, egli ne lasciò la cura a' suoi discepoli. Egli non rispose mai: le dispute portan perdita di tempo e di riposo. Il riposo per Newton era il primo de' beni, necessario per la contemplazione della Natura, e per il godimento della vita. Nelle dispute si perde tempo, talento, e verità. Newton non cercò gloria, e la gloria lo accompagnò per sempre come sua ombra. Egli acquistò pace e tranquillità colla sua indifferenza felice, e specialmente colla sua virtù, che fra tutti i mezzi è il primo e il più sicuro.

Newton appena era giunto alla metà della sua vita, e avea tutta la sua gloria. La sua Nazione, che fu la prima a conoscere il suo merito straordinario, lo premiò con onori, con dignità, con beni; onde egli impiegò l'altra metà della sua vita a servir la patria. Tutti gli uomini grandi si fecero suoi discepoli, e lo scelsero per capo e per dittatore. La Nazione gli rendeva una specie di culto. Egli non abbandonò mai la sua modestia;

stia;

stia: conservò sempre la sua grandezza, e la sua bella vecchiaja di ottantacinque anni fu ricompensa della virtù. La Nazione onorò se stessa con fargli de' funerali, che son riserbati per i Monarchi, e che non si dovrebbero accordare che al merito più raro.

CAPITOLO IX.

Dal 1687 fin al 1730.

I Principj di Newton dovean fare una rivoluzione nell' Astronomia: la fecero, ma non tutta in un colpo. Newton era troppo alto, e pochi potevano intenderlo: bisognava che lo studiassero com' egli avea studiata la Natura. Certe verità hanno bisogno d' esser ripetute, e debbonsi mettere a livello nelle menti, nè vi si mettono che con lentezza. Bisognava anche moltiplicar le osservazioni, e accumular de' fatti, affinchè le determinazioni di Newton vi fossero corrispondenti. Il sistema di Newton è la Natura; dunque non può compararsi che alla Natura ben conosciuta. Le tavole di Keplero, e di Street non erano esatte. A questa esattezza si applicarono Flamsteed e Halley in Inghilterra, e Domenico Cassini in Francia ajutato da Giacomo suo figlio, da Maraldi suo nipote, e da la Hire.

M. de Mairan dopo molte ricerche sue e d' altri calcolò che l' atmosfera della Terra si estende fin a 266 leghe, poichè fin a quell' altezza si estendono le aurore boreali, che sono pur meteore prodotte nell' atmosfera della Terra. La loro elevazione media è 175 leghe al di sopra

della superficie terrestre. Onde egli diede alla nostra atmosfera tre regioni differenti, ciascuna col suo particolar officio. La più bassa e grossolana, che produce la refrazione della luce, non è alta che 7 mila tese. La seconda, che pesa sul mercurio e lo inalza a ventotto pollici, che allunga il giorno co' crepuscoli, è alta quindici in venti leghe. La terza va fin a 175 leghe, disperge liberamente la luce, non ha potere nè di rifrangerla nè di rifletterla, non contribuisce punto ad inalzar il mercurio nel barometro, ma serve di teatro alle aurore boreali, fenomeni curiosi per noi, ma utili per gli abitanti del nord, che ne ricevono un soccorso di lume nella loro notte che dura una parte dell' anno.

Si osservarono con accuratezza le eclissi lunari e solari. Nelle eclissi della Luna si osservò sempre il suo disco visibile, benchè interamente eclissato, ma colorito d' una tinta rossastra. La Luna è visibile, perchè non è nell' ombra pura; viene illuminata da' raggi del Sole rifratti nell' atmosfera della Terra: questa refrazione produce il color rosso. La differente grossezza dell' ombra viene dalle parti dell' atmosfera traversate da raggi refratti. Se esse parti sono della zona torrida, dove la refrazione è minore, vi saran meno raggi refratti, e l' ombra gettata sul disco lunare sarà più forte. Le differenti apparenze di queste eclissi nascono dall' atmosfera terrestre inugualmente pura o carica di vapori.

Le eclissi del Sole offriron fenomeni più curiosi. Nella sezione dell' ombra il disco del Sole non termina in cerchio, ma in punte salienti oscure: quelle punte sono le montagne della Luna.

Nell' eclisse totale accaddero talvolta tenebre sì fatte che si dovettero accender le candele, e sì

all'

all' improviso che fin gli animali se ne risentirono; usciron gli uccelli notturni, e in alcuni luoghi cadde della rugiada. Si vide Venere e Mercurio. Si vide la Luna circondata d' una corona d' oro, come se fosse irradiata, e nel suo disco si scorsero de' getti di luce simili a fulminazioni: tutto questo non è ch' effetto dell' atmosfera del Sole: e così fu confermata la congettura di Domenico Cassini, il quale dalla stessa atmosfera del Sole dedusse il lume zodiacale.

Con queste e con altre osservazioni fatte in Francia e in Inghilterra su i fenomeni celesti, si formarono buone tavole, fra le quali quelle di Flamsteed furono le più segnalate.

Frattanto un Canonico Bavaro chiamato Eusebio Amort nel 1720 si sforzò di rimetter in piedi il sistema di Tolomeo, come avea tentato poco prima un Monaco Fontana. E come gli Antichi aveano impiegate delle intelligenze per muover i Pianeti, e i Persiani de' genj, i Cristiani Asiatici degli angeli, la stessa assurdità fu rimessa in campo in questo secolo illuminato. Oh la malattia contagiosa ch' è l' errore!

Giacomo Cassini volle misurar le Stelle. Spogliò Sirio de' raggi scintillanti col mirarla per il foro ristretto d' un Telescopio, e paragonatala con Giove, il quale ha un diametro di 50″, la trovò di 5″. La suppose alla stessa distanza di Saturno, e la trovò del diametro di 7 mila leghe. Onde le Stelle di sesta grandezza saranno sei volte più lontane che Sirio; e quelle viste con Telescopj che ingrandiscono 200 volte, e che compariscono come quelle di sesta grandezza, saranno 1200 volte più distanti di Sirio. Ma Sirio è lontana dalla Terra, non quanto Saturno, ma 17 in 18 volte più che non ci è di-

stan-

stante il Sole. Dunque Sirio sarà un milion di volte più grande del Sole, il quale è un milion di volte più grande della Terra. Ma Sirio è lontana dalla Terra 18 mila volte più del Sole, e c' invia nondimeno una luce sì viva, di quale immensità sarà dunque il foco dond' esce; e le Stelle che appariscono 1200 volte più piccole di Sirio, quanto saranno lontane e grandi? Ugenio usò un mezzo ingegnoso per valutar la distanza delle Stelle. Si preparò un cannocchiale che diminuisse il diametro del Sole quanto Sirio, e calcolò d' averlo diminuito 27664 volte; che è come l' avesse portato 27664 volte più lungi. Dunque Sirio ci è lontano 27664 volte più del Sole, il quale ci è lontano 33 milioni di leghe. Halley ingrandì ancora molto più le distanze degli Astri. Le Stelle compariscono trenta volte più grandi di quel che sono per la loro scintillazione. I Telescopj diminuiscon la scintillazione, ma non la tolgono interamente.

Le Stelle, che lancian sì da lungi una luce sì sensibile, non posson essere che corpi luminosi come il Sole. Son fisse. Dunque debbon esser fra loro molto distanti, affinchè la mutua attrazione non le disordini. E' necessario, dice Halley, che negli abissi dello spazio gl' imperj delle Stelle sieno separati, affinchè i loro dominj non si confondano. Ciascuna avrà il suo sistema particolare di Pianeti. E' ben naturale che le Stelle più grandi ci sien più vicine. I Greci credettero tutte le Stelle uguali. Halley pensa che le Stelle di prima grandezza sien seminate nella superficie d' una sfera fittizia intorno al Sole, e che tale sfera abbia per raggio la distanza che passa tra il Sole e le Stelle. Egli osserva che sopra una tale sfera non possono esservi che tredici punti ugual-

men-

mente spaziati in una distanza uguale al raggio; onde conchiude che le Stelle di prima grandezza non possono esser che tredici. M. de la Caille descrivendo l' emisfero australe ne hà contate diciannove in venti. Ma l' occhio non è uno strumento esatto. Egli suppone che le Stelle di seconda grandezza sieno una volta più lontane, e allora la superficie della loro sfera più grande ne può contenere 51. A una distanza tripla vi saranno 117 Stelle di terza grandezza, e ad una distanza dieci volte maggiore vi saranno 1300 Stelle di sesta grandezza.

Halley fece una scoperta curiosa. Egli si accorse che le Stelle Aldebaran, Sirio, e Arturo avean cambiato in latitudine da Ipparco in poi. Questo cangiamento era anche sensibile da Tico in qua. Questo cangiamento non nasce dalla diminuzione dell' obliquità dell' eclittica, la quale abbassandosi aumenta la latitudine delle Stelle che sono al nord, e diminuisce la latitudine di quelle che sono al sud. Il cangiamento osservato da Halley è in un senso contrario all' altro, non intacca tutte le Stelle, ma si manifesta nelle più belle. E' un moto proprio di queste Stelle, ed è differente in ciascuna di loro. Questo moto è un cambiamento reale di luogo nello spazio. Le Stelle sono mosse, come i Pianeti nelle loro orbite. Questi cambiamenti sono lentissimi, perchè le Stelle ci sono lontanissime. Dunque le Stelle fisse non sono realmente fisse. Compariscono fisse per il grandissimo tempo necessario a renderci sensibile il loro moto quasi annientato dalla lontananza. Halley aggiunse una verità nuova alle verità di Newton. Newton avea dimostrato che il Sole è immobile riguardo ai suoi Pianeti che gli girano intorno, ma non è realmente immobile;

le; si muove nello spazio e trasporta seco tutto il suo corteggio: tutto va con lui con un moto comune e simile, senza che l'ordine interiore del suo sistema si perturbi. Come accade al corteggio di Giove che co' suoi Satelliti si muove intorno al Sole, così il Sole caricato di tutti i Pianeti che gli gravitano addosso cammina *lentamente* col suo peso per una strada dritta o curva, che non ci sarà forse mai sensibile; e forse intorno a qualche gran corpo d'una massa più potente, il quale lo signoreggia, e che ci sarà sempre ignoto.

Or se Aldebaran, Sirio, Arturo, e senza dubbio alcune altre Stelle si muovono, tutte dovranno muoversi. Le fortune sono le stesse, e le grandi leggi della Natura sono generali per tutti gli esseri della stessa specie. Se le Stelle più piccole compariscono immobili, è per la loro gran distanza, e vi vorrebbero secoli e secoli per iscoprir il loro moto. La lor distanza cresce in ragione della diminuzione della loro grandezza apparente. Può accadere che movendosi il *Sole*, e tutte le Stelle che sono tanti altri Soli, vadano una volta a precipitarsi nel centro del loro sistema, e a formarvi una gran massa senza moto. Può e non può darsi. Noi vediamo che tutti gli esseri si cambiano, e l'Universo sussiste. Ma la grand'organizzazione dell'Universo si può distruggere, come ci distruggiamo noi, quando ci manca quel principio di forza che ci fa muovere per un tempo limitato.

Mentre Halley si agitava per la paralasse che non trovava delle Stelle, e che non trovò Molyneux col magnifico sestante di 24 piedi di raggio costruito da Graham, Bradley professore in Oxford cercando anch' egli le paralassi, con
una

una sorte simile agli Alchimisti, trovò nel 1725 l'*Aberrazione* delle Stelle: cioè le lor differenze costanti, che sempre crescono nel medesimo senso, decrescono in certe stagioni, e si rinnovano ogni anno. Dopo molte osservazioni egli spiegò questo fenomeno gloriosamente. Queste apparenze sono annuali, dunque dipendono dal moto annuo della Terra, e dal moto progressivo della luce. Già Roemer avea scoperto che la luce impiega sedici minuti a percorrere il diametro della nostra orbita. Dunque la sua velocità, per quanto rapidissima, è paragonabile colla velocità della Terra nella sua annua rivoluzione. La velocità della luce è 10 mila volte maggiore di quella della Terra. Or mentre la luce ci viene dall' Astro, la Terra si muove, ecco due moti, da' quali risulta un effetto composto, cioè di riferire il luogo delle Stelle secondo la varia direzione del loro raggio. Bradley osservò che le Stelle presso l'eclittica cambian luogo in sei mesi, e soffrono una variazione di 40″ in 41″. La lor latitudine varia come la lor longitudine, e par che il loro luogo apparente descriva una piccola elissi intorno ad un punto che è il loro luogo reale. Si allontanano circa 20″ da una parte e l'altra. Questo effetto aumenta molto secondo che le Stelle sono più lontane dalla eclittica. Dall' aberrazione di 20″ Bradley dedusse che la luce dal Sole alla Terra impiega 8′ 7″ di tempo, e così verificò e rese più precisa la scoperta di Roemer, il quale diede 7′ di tempo alla luce per venir dal Sole a noi. Questa bella scoperta serve anche di dimostrazione palpabile del sistema di Copernico. Quale gioja per Bradley d' avere scoperto un fenomeno che niuno Astronomo avea mai veduto! E un fenomeno spiegato sì aureamente, che fra tanti le-

ga-

gami, co' quali abbraccia tutto il sistema degli Astri, fa vedere che prima di lui il vero luogo delle Stelle è stato mal conosciuto.

Una moltitudine di soccorsi si prepararono per nuovi progressi. Osservatorj e Accademie si stabilirono per tutta Europa.

CAPITOLO X.

Corpi Luminosi e Oscuri.

V'è un corpo che luce da se stesso, ed è *sorgente* della luce e del calore; illumina, feconda, vivifica tutti i corpi riuniti intorno ad esso. Questo vasto corpo, il Sole, un milion e 200 mila volte più grosso del nostro globo, è una fornace immensa e inesauribile di tutti i beni ch'egli versa su di noi. Il nostro globo e tutti i Pianeti co' Satelliti che sono al Sole soggetti, sono essenzialmente oscuri: senza Sole sarebbero tutti nella notte: *si* manifestano per la luce del Sole: rimandan *la* sua luce, ma per rimandarla, bisogna che la ricevano: essi non hanno niente di attivo.

1. Il Sole è unico nel nostro sistema planetario? E' unico nell' Universo?

2. L' Universo ha altri Soli consimili?

3. Qual è la natura de' corpi essenzialmente luminosi?

4. Quali rapporti hanno essi co' corpi oscuri che sono nella lor dipendenza?

5. Quali sono le proprietà essenziali che li distinguono? E quali proprietà comuni derivanti da una materia universale ch'è, senza dubbio la base della Natura?

1. Nel nostro sistema planetario il Sole è il solo che abbia la proprietà di produrre e spargerla luce, la quale scappando con raggi divergenti si riflette da' Pianeti con debolezza. Noi distinguiamo questa luce riflessa alla sua tranquillità: i Pianeti non scintillano, nè ci offendon la vista; all' incontro non possiamo fissar lo sguardo al Sole, ancorchè tanto più lontano. Ecco due ordini di corpi, alcuni luminosi, altri oscuri.

2. Ma le Stelle son luminose o oscure? Gli Astri che ricevon e rifletton la luce son tutti mobili, erranti, e perciò detti Pianeti. Le Stelle son fisse: questo è un carattere che le distingue da' Pianeti, e le rassomiglia al Sole il quale è anche immobile. Le Stelle non han disco come i Pianeti, ma son come punti d'un lume vivo e scintillante malgrado la loro gran distanza, onde risplendon di luce lor propria e nativa, come il Sole.

La distanza delle Stelle è inassegnabile. Sirio, che ci comparisce la più grande perchè più vicina, non ha un secondo di paralasse. Se ne avesse due, sarebbe 100 mila volte da noi più lontana che il Sole. E' 10 mila volte più di Saturno. Se non fosse luminosa da se, e ricevesse come pianeta luce dal Sole, la riceverebbe debole in ragion de' quadrati delle distanze; ed essendo 10 mila volte più distante di Saturno, la riceverebbe cento milioni di volte più debole che Saturno; ci sarebbe invisibile. Ma Sirio brilla più che Saturno, e scintilla d'un lume risplendente e vivo; dunque quel lume è suo proprio. Due rassomiglianze rimarcabili sono tra il Sole e le Stelle, fissità di luogo, e luce forte emanata da loro, e propagata a grande lontananza.

Ma di qual grandezza sono le Stelle? Se il nostro

stro Sole fosse dove si suppone Sirio, cioè 100 mila volte più lungi di quel ch' è, avrebbe un diametro apparente che non sarebbe la cinquanta seisima parte di quello d' un capello, e la sua luce sarebbe diminuita dieci billioni di volte; ci sarebbe invisibile. Dunque le Stelle, che non ostante la loro immensurabile lontananza ci risplendono d' una luce viva e brillante, sono d' un volume assai più sterminato del Sole. Se esse gli fossero uguali, ci sarebbero ignote. Il Sole nel nostro sistema è il signore de' Pianeti, egli può aver i suoi padroni nell' Universo.

L' uso di classificar le Stelle e di aggrupparle in costellazioni viene dalla Natura stessa. Si veggono de' grandi spazj in Cielo, dove co' più forti Telescopj non si scopre alcuna Stella, altrove poi se ne veggono a mucchi. Questi gruppi di Stelle posson formare un sistema analogo al nostro sistema planetario. Il nostro Sole non esiste solitariamente, e può benissimo appartenere a qualche sistema di Stelle. Le Stelle, che gli possono esser associate, saran quelle di prima e di seconda grandezza, come più vicine, e perchè hanno un moto proprio dipendente forse dalla loro prossimità. Molte altre piccole Stelle, che non sono accompagnate, possono anche essere della nostra società. Le altre poi più lontane faranno altre società separate, e tante quanti sono i varj gruppi.

In conseguenza di tali associazioni di Stelle, vi deve esser una causa generale che mutualmente le bilanci. L' equilibrio è la prima legge di tutto quel che si conserva. La causa che riunisce le Stelle e le contiene in sistema, non può esser che una forza preponderante. Non v' è società senza legame, e questo legame è un corpo più potente che domina gli altri. Questi sistemi non

pos-

possono bilanciarsi che intorno a un sistema centrale, il quale regga tutto in ragione della sua massa, formata o da un maggior numero di corpi, o da un altro corpo ancora più potente. La subordinazione è in tutti i gradi, la Natura non è che una gerarchia composta di esseri dipendenti: chi sorpassa è sorpassato. Ecco una scala di grandezze crescenti. Lune accompagnono Pianeti più grossi, i quali sieguono il Sole più grosso, il quale concatenato ad un sistema di Stelle ubbidisce ad una Stella più grande, la quale con tutto il suo corteggio servirà un' altra più grossa e più potente. Qui non v' è niente di assurdo. Se il Sole, che gli Antichi credevan ugual alla Luna, è 70 milioni di volte maggior della Luna, e un milione e 200 mila volte più grosso della Terra, perchè non può esservi un altro corpo un milion di volte maggiore del Sole, e un altro ancora un milion di volte più voluminoso di quello?

3. Ma qual è la natura degli Astri luminosi? Convien esaminar il Sole; e per esaminarlo convien paragonarlo con qualche altra cosa nota. Si paragoni colla nostra Terra. Il Sole pesa come la Terra, è un milion e 200 mila volte più grosso, e pesa 300 mila volte di più; onde sotto un volume uguale ha quattro volte men di materia. La materia è o solida, o fluida. La massa del nostro globo è essenzialmente solida. Il calore fa la fluidità: i corpi più duri, metalli, pietre si rendon fluide al fuoco: la mancanza del fuoco insolidisce i corpi più fluidi, l' acqua, il mercurio. Dunque la materia del Sole, che è fuoco, è in uno stato di fusione o perfetta, o almeno incominciata. Il fuoco ha una forza espansiva, la quale strascina seco tutto quel ch' è attenuato e sottile, e produce l' evaporazione, e le atmo-

sfere. Le code e le chiome delle Comete non sono che fumi evaporati dal calore del Sole; e tali sono anche le atmosfere de' Pianeti. Or se il Sole produce atmosfere in altri corpi, molto più deve produrla in se. L'atmosfera del Sole ci è visibile e nelle sue eclissi, e nel lume zodiacale. I suoi vapori debbon esser più densi quanto più vicini alla sua superficie. Il fuoco si depura coll' allontanarsi; a misura che s'inalza per la sua forza espansiva, le materie grossolane ricadono pel loro peso, e si eleva la parte più depurata, che divien luce, la quale è la parte più sottile e pura di quella evaporazione potente.

Chi ha ben esaminate le macchie del Sole, è ben lungi di crederle croste, o spiume, che si dileguano, e si riformano. M. de la Hire spiega meglio le varie ombre che si osservan nel Sole. Sono escavazioni con grandi prominenze, opera di quel fluido estremamente agitato, il quale ora abbandona alcune eminenze, e le lascia scuoprire, ora le cuopre e lascia veder delle altre. E così quelle macchie compariscon mobili per il fluido igneo che ora si avvicina, or se ne allontana. Il fuoco non si menifesta che quando brucia e divora; si dissipa quando non ha più alimento. Il Sole ha bisogno dunque d'alimento per conservarsi in combustione. Deve essere perciò composto di materia solida e di fuoco libero, e perciò la sua massa è quattro volte meno densa di quella del nostro globo. Ma a lungo andare, l'alimento gli mancherà, ancorchè vadano Comete a nudrirlo, e si estinguerà. Ma quando?

Per conoscer questo fine del Sole, convien consultare le Stelle, che sono tanti Soli. Elle sono in gran numero e di differente età. Si son vedute da Ipparco in qua comparire Stelle nuo-

ve.

ve. Noi concepiamo più facilmente la distruzione che la nascita delle cose; nè ci è permesso spiegar tutto. Altre Stelle si sono smorzate: Altre compariscono e spariscono con qualche periodo. Nella Costellazione del Cigno vi sono tre di queste, le quali perciò si chiamano *cangianti*. Che tali Stelle sieno moltissimo schiacciate, e compian la loro rotazione in tre ore, come ha preteso Maupertuis, è ben inverisimile. All' incontro è verisimilissimo, che il fluido igneo, secondo ha più o men pascolo, si dilati, e si ristringa, e che desse Stelle sieno mezzo estinte, o sien Soli più vecchi. Il nostro, che ha un fuoco de' più attivi, è ancora nella sua gioventù.

Il differente color delle Stelle proviene dalla divisione, che soffrono i loro raggi con una materia qualunque. Il flogisto fa i colori, e il flogisto non è che la luce fissata ne' corpi; nè può fissarvisi senza disunirsi, e si disunisce come quella che passa per i prismi, e allora è colorata. Onde dove si vedon colori, si può dir che vi sia misto di luce con materia eterogenea. La fiamma è tanto più bianca, quanto più la materia infiammata è semplice. Un Sole acceso di recente dà una fiamma pura. Bruciare è decomporre: il fuoco impiega la sua azione a divider la materia secca e dura, e a ridurla in polvere impalpabile, e capace per la sua sottigliezza a contrarre lega con esso fuoco, il quale si ricombina colla stessa materia, e ne risultano diversi composti. Questi composti son i corpi combustibili. Quando a questi si applica il fuoco, la sua azione precipitosa sviluppa la luce che fissatavi divien libera, e trasporta delle parti che sono ancora miste, dove la luce combinata e fissata è in uno stato di decomposizione, e la fiamma si tinge di colori.

 Dun-

Dunque la fiamma colorata proviene da corpo che ha subito altre volte l' azione del fuoco, e che è un misto di più composti. Questi misti si fanno dopo varie vicende di lungo tempo. Onde i colori delle Stelle possono essere un indizio della loro età, e del grado della loro infiammazione. Le Stelle che ci compariscon colorite, saranno di vecchia data, e di una combustione declinante. Più antiche saran quelle che ora appariscono, ora spariscono, e cangian colori: esse sono più o meno estinte. Le più nuove son le chiare e senza colori, e fra desse è il nostro Sole, il quale non mostrando cangiamenti è in una combustione completa.

4. I corpi oscuri son i Pianeti. Hanno molte rassomiglianze fra loro: sono tutti sferici, massicci, di superficie propria a rifletter la luce, dotati di forza attrattiva, che fa girar intorno a loro de' Satelliti, o perturba i Pianeti vicini; i gravi debbono tendere ai loro centri. La nostra Terra è groppolosa di montagne, la Luna è più montagnosa, e Venere ancora più. Questa analogia è ella sufficiente per creder tutti i Pianeti abitati com' è il nostro? L' Universo appartiene all' uomo; l' uomo n' è l' abitante, dacchè egli lo percorre col pensiero, e lo descrive colla sua intelligenza. L' idea della pluralità de' mondi abitati è antica, ringiovinita graziosamente da Fontenelle, e sminuzzata forse troppo da Ugenio. Ma affinchè l' analogia conchiuda, bisogna che sia perfetta in tutte le sue parti. Se tutti i Pianeti hanno delle cose simili, convien vedere se ne hanno anche delle dissimili.

La Luna non cangia mai aspetto, non dà mai varietà alcuna. Non ha dunque nè vapori, nè nuvole, non ha acqua, non ha atmosfera. I

suoi

suoi spazj oscuri non sono oceani, ma cavità dove si vede l'ombra a canto alla luce. In niuna parte si scorge il livello delle superficie fluide. La superficie è tutta scabrosa e arida: tutto v'è tranquillo e senza moto.

Giove è cinto di bande oscure lunghe e strette, incostanti nel numero, nella forma, nella sparizione. Ora ne comparisce una sola nel suo equatore, ora se ne veggono fin otto, e talvolta niuna. Si diramano, si confondono, si spezzano, e fan tralucer nel mezzo de' pezzi luminosi. Non sono certo nuvole; le nuvole compariscon bianche, nè posson far que' lunghi periodi che fanno quelle bande. Non possono esser che acque a fiumi e a mari che sono nella zona torrida di Giove. Ma quelle acque slabrano continuamente. Onde pare quel Pianeta in una sovversione generale, in un caos. Dunque Giove è sì abbondante di fuoco cagione della fluidità, quanto n' è mancante la Luna dove niente è fluido. Giove è tutto in moto, la Luna tutta in riposo. La Terra è in uno stato di mezzo, ha un moto sufficiente a vivificarla senza strazj distruttori. L'osservazione mostra che i Pianeti hanno un principio più o meno sviluppato e agente. Questo principio ravviva la Terra, manca assolutamente alla Luna, ed è tutto energia in Giove. Questi sono fatti.

Nel gran principio del moto non conosciamo che l' impulsione, la quale trasporta le masse senza alterarle; l' attrazione, la quale compone e figura i corpi, li indurisce, e li fa solidi e permanenti; finalmente il fuoco che agita, perturba, e travaglia i globi nel loro seno stesso. I fenomeni de' tre Pianeti osservati non derivan certo nè dalla impulsione, nè dall' attrazione, dunque deri-

 ve-

veranno dal fuoco, il solo agente che possa modificar que' Pianeti, e caratterizzarli, gli uni colla sua attività, gli altri colla sua assenza. Ecco i corpi oscuri accostati a' corpi luminosi.

5. I corpi oscuri, i Pianeti, sono formati di massa solida e dura simile a quella, che ne' corpi luminosi è bagnata dal fuoco. Hanno un principio di moto dipendente da un resto di quel fuoco che divora i corpi luminosi, ma più ristretto, imprigionato, e moderato ne' suoi effetti. Donde proviene questo fuoco ne' Pianeti? Leibnitz pensò che i Pianeti sieno Soli estinti: pensiere fondato sul cangiamento di alcune Stelle, le quali sparendo indicano il fine del loro incendio.

Ma perchè i Pianeti, e i lor Satelliti, differenti di massa e di lontananza, si muovon tutti in un senso da occidente in oriente, e tutti coll' orbita un po' inclinata all' eclittica, e tutti rinchiusi nella zona del zodiaco, la quale non è che la $\frac{1}{17}$ parte del Cielo? Donde questa impulsione uniforme, che si combina coll' attrazione per produrre il loro moto?

Newton avea dimostrato che la Cometa del 1680 passò sì vicina al Sole che al suo ritorno vi cadrebbe dentro. Quindi M. de Buffon arguì che una Cometa massiccia abbia battuto nel Sole, ne abbia strisciata la superficie, e ne abbia staccato e spinto avanti di se alquanti flutti della materia in fusione. Questa materia separata dal Sole, e slanciata per un solo colpo, ha seguita la stessa direzione. Ma il colpo non fu istantaneo, perciò le velocità de' pezzi staccati non sono state le stesse. Il torrente della materia liquida si ruppe in differenti parti, le quali tondeggia-

giate per l'attrazione della lor massa particolare presero la forma sferica, e soggiogate dall'attrazione del Sole combinata coll' impulsione uniforme risultante dal colpo, han descritte delle orbite intorno al Sole.

Questa bella ipotesi di M. de Buffon spiega felicemente la causa dell' impulsione che muove tutti i Pianeti, della loro esistenza nella stretta banda del zodiaco, e della loro origine comune uniforme all' idea di Leibnitz, cioè d' essere stati tutti corpi luminosi, della stessa materia del Sole e delle Stelle; e poi estinti e divenuti oscuri. Induriti finalmente e raffreddati hanno formato que' globi che si dicon Pianeti e Satelliti, e quel globo altresì che noi abitiamo.

Questa identità de' corpi luminosi e oscuri; del Sole e de' Pianeti non è una semplice possibilità inventata da un bell' ingegno; è una verità certificata da fatti. E i fatti sono

1. La nostra Terra è compressa in sferoide. Dunque è stata liquida. Se fosse stata originariamente solida, non si sarebbe mai potuta comprimere.

2. Anche Giove è compresso. Dunque anche Giove è stato fluido. Se gli altri Pianeti e Satelliti non sappiamo che sieno compressi, è perchè la loro rotazione è men rapida, e il loro schiacciamento è piccolo, e veduto da troppo lontano. Se noi non abitassimo la Terra, non potremmo accorgerci che sia schiacciata. Dunque è da credersi che tutti e Pianeti e Satelliti sieno compressi. Dunque tutti liquidi. Dunque tutti una volta infiammati.

3. La nostra Terra ha un calore suo proprio, e tale che il calor della state non è che sei volte maggiore di quello dell' inverno.

Il freddo non è cosa; è una privazione. Il solo calore ha un' azione reale che mette in moto tutti gli esseri e vivifica la Natura. Il calore sparso sul nostro globo è una quantità divisibile, e misurabile in gradi. Questi gradi ci son mostrati dal termometro. Ma i termini di questa scala ci sono ignoti. Questi termini sono da una parte il maggior calore possibile, e dall' altra il totale annientamento di questo calore. Bisognerebbe conoscer questi termini per sapere quanto si è lontano dal maggior caldo e dal freddo assoluto. Questi termini ci sono ignoti; ma possiamo approssimarcivi e stimarli. Si può aumentare il freddo del gelo mescolandolo con acidi e con sali fin a render solido il mercurio; e allora il termometro di Reaumur è a 592 gradi sotto il gelo: freddo enorme rispetto a quello che noi sogliam provar l' inverno, e che fa gelar l' acqua. Ma il freddo assoluto, cioè la privazione d' ogni calore, deve essere ancora al di là. M. de Buffon lo fa andar a 10 mila gradi. Ma sia anche di 1000, come vuole Mairan. Dunque nella nostra state il calore sarà a 1026 gradi. Quando nell' inverno il termometro è disceso a trentatrè gradi, la Terra conserva ancora 993 gradi di calor benefico e necessario. Dunque la temperatura dell' estate non è alterata che di una trentunesima parte per divenir la temperatura dell' inverno: non v' è che questa differenza tra i caldi insopportabili e i freddi rigorosi. Variazione ben piccola per la Natura, ma terribile per esseri sì deboli e delicati come noi. Il Sole non dà del suo calore alla Terra che due gradi l' inverno, e trentaquattro in trentacinque l' estate. Dunque il calor del Sole per operar la vegetazione nella Terra s' inalza su la base di 991 gradi, e senza questa base non vi

sa-

sarebbe nè vegetazione nè vita. Questa base di 991 gradi di calore è calor proprio della Terra.

Da questo calor proprio del nostro globo, M. de Buffon ha dedotto, che la Terra e gli altri Pianeti hanno un tratto di rassomiglianza col Sole.

4. Questo calore interno del nostro globo si disperde continuamente. Dunque una volta è stato al più alto grado di fondere e di render tutto liquido. Dunque il nostro globo seguiterà a perder il suo calore finchè lo perderà tutto, e tutti i suoi fluidi diverranno solidi. Tutto questo porta il carattere dellà verità.

5. Il raffreddamento d' un corpo infuocato all' incandescenza, è proporzionato, ne' differenti corpi, all' estensione della loro superficie, e alla quantità relativa de' loro pori, che permettono l' evaporazione. M. de Buffon ha infuocati all' incandescenza varj globi di differente diametro, e ha osservato quanto tempo vi vuole per esser toccati colla mano, e quanto per restar freddi.

Egli ha considerati tutti i Pianeti distaccati ad un tempo stesso dalla massa del Sole, e conosciuti i loro diametri ha potuto stimare il tempo necessario per renderli d' una temperatura abitabili, e il tempo necessario al loro raffreddamento totale. I Pianeti grossi, Giove, Saturno scottano ancora, bruciano, e in conseguenza sono inabitabili. I piccoli, come la Luna, sono freddi, gelati, e morti. La Terra gode ancora temperie: ma i suoi poli son coperti di ghiacci, e que' ghiacci si vanno lentamente stendendo sul globo, e annunziano il suo destino.

Da questa ragionevol teoria di M. de Buffon risulta una gran verità, ed è che la terra e il fuoco sono i due principj essenziali di tutto quello

lo che esiste. Tutto nella materia è o fisso o volatile: ciascuna sostanza partecipa più o meno di queste due proprietà fondamentali, e non offre che gradazioni dalla inerzia assoluta della terra fin alla espansibilità del fuoco. L' aria e l' acqua non sono fluidi che per la fluidità del fuoco. Nella infiammazione de' Soli la massa terrea e solida, che li compone, è continuamente divisa dal fuoco in azione: quella massa è in una vera dissoluzione nel più attivo de' dissolventi. Questa divisione della terra in parti impalpabili approssima la terra alla natura del fuoco, e la dispone ad allearsi con esso. Da questa alleanza risultano diversi composti, quali sono l' acqua e l' aria, le quali unite co' due primi elementi produrranno tutte le sostanze che compongono e adornano il globo. Queste combinazioni che nascono dalla reazione e dalla potenza degli elementi, non possono operarsi che per un lungo lavoro. Non si fa lavoro senza moto. Grandi lavori, moti grandi.

In un Sole realmente estinto, in un *Pianeta* ancora bruciante, il fuoco vi conserva tuttavia la sua preponderanza, vi è in parte libero. Questa libertà vi produce moti e rivoluzioni. Le acque vi si debbono incessantemente volatilizzare, ricadervi in diluvj, precipitarsi in torrenti, solcarvi la superficie, scavarvi de' letti, cambiare e devastare il globo abbandonato ai due elementi, acqua e fuoco. Tale è lo stato di Giove. All' incontro quando il Pianeta è giunto al termine fatale del suo raffreddamento, cioè della perdita di tutto il suo fuoco, cessa il moto, le acque son ghiacci, la superficie è arida e deserta, non più vita, tutto è silenzio. Questo è lo stato del-

la

la Luna. La nostra Terra è in uno stato medio tra la Luna e Giove.

Da tutto ciò risulta che i corpi luminosi e i corpi oscuri, che sono le sostanze le più distanti della Natura, si approssimano. La Natura che ci è lontana è una colla Natura che ci circonda. Ella non ha che due principj: uno è materia secca e dura, inerte e passiva; l'altro è materia fluida e mobile che vivifica l'Universo. Quando questa materia attiva è giunta al suo termine, e ha consumata la sua opera, svapora per la sua stessa attività; e ricomparisce successivamente la solidità, la durezza, la secchezza. A misura che il fuoco si ritira, si ristabilisce tutto quello ch' egli avea distrutto.

Questo è il quadro dell' Universo. Le idee son tratte legittimamente da fatti bene osservati e da leggi stabilite. E' lavoro de' più grandi uomini, i quali con viste luminose hanno rischiarati alcuni punti della Natura, come la Natura ha poste delle faci isolate per illuminare alcuni angoli dello spazio.

CAPITOLO XI.

Dal 1730 *fin al* 1781.

Il secolo passato fu fertile di scoperte grandi. Il sistema di Copernico stabilito, la vista prolungata da' telescopj, un numero di corpi incogniti resi visibili ingrandirono il dominio dell' Astronomia. Gli strumenti migliorati diedero misure più esatte. La Geometria sublime estese il pensiero, come il telescopio la vista. Con questi

stì nuovi sensi Galileo, Cassini, Newton, Hal-
ley fecero ben conoscer il Cielo prima mal no-
to. La scoperta del principio meccanico de' moti
celesti, la cognizione della legge primordiale
somministrò una nuova maniera di considerar i
fenomeni. Newton colse l'insieme de' fatti della
Natura, legò tutto nelle sue meditazioni, come
la Natura nelle sue opere. D'allora in quello, che
è, si vide quel che deve essere. Ad ogni passo
dell'ingegno una verità: verità grande, e interes-
sante, e sensibile, perchè conseguenza primaria
de' fenomeni. Questo è il quadro del secolo pas-
sato.

Sieguono indi altre scoperte utili in progresso
delle scienze, ma non sì vistose, perchè più
profonde; son come i lavori sotterra per mi-
niere preziose. Uno di questi maggiori oggetti
è la

MISURA DELLA TERRA.

Questa si deve tutta all' Accademia di Francia,
per cui Luigi XVI impiegò quanto occorse. New-
ton nella sua Matematica avea già determinata la
Terra di figura sferoide compressa ai poli, ed
elevata all' Equatore per la forza centrifuga. Uge-
nio s' incontrò con Newton. Ma Domenico Cas-
sini colla sua Meridiana di sette gradi da Amiens
fin a Perpignan, trovò che i gradi diminuivano
dal sud al nord, e conchiuse che la Terra è com-
pressa all' Equatore, e allungata ai poli. Questa
conchiusione fu generale in Francia. Ma l'Acca-
demia restò nel dubbio. Rispettò Newton, ri-
spettabile in tutto, e specialmente in questo
punto, in cui avea per garante un fatto del-
la Natura, cioè la forza centrifuga manifesta-

ta

dall' accorciamento del pendolo all' Equatore. Per uscire da tal dubbio si spedirono due parte di Astronomi, una al Perù sotto l' Equatore composta de' M. M. de la Condamine, Godin, Bouguer, a' quali si unirono due Offiziali Spagnuoli della Marina Ulloa, e Juan; e l' altra in Lapponia sotto il circolo glaciale formata de' M. M. Maupertuis, Claire-Monnier, Camus, a' quali si unì Celsio professore d' Astronomia in Upsal. Dopo parecchi anni di lavori penosi, il risultato d' ambe le spedizioni fu uniforme a quello della teoria di Newton. Si rimisurò anche la Meridiana di Francia con migliori strumenti di quelli che vi avea adoperati Picard; vi s' impiegarono M. M. Cassini, de Thury, de la Caille, Maraldi, e trovarono che Picard avea commesso un errore di sei tese nella misura della sua base. Questo errore avea fatto il nodo della disputa. Sciolto questo nodo, andò tutto d' accordo. Tutte le misure ai poli, all' Equatore, e in Francia (che è a quarantacinque gradi, cioè nel mezzo fra que' due estremi) tutte mostrarono che i gradi vanno crescendo verso i poli, e che la Terra è compressa in conformità della teoria di Newton. Che differenza di tempi! Che progresso di scienza! I Caldei s' ingannarono di 5700 tese in un grado, e non ne dubitarono. Gli Arabi più abili misuraron un grado, e non si curaron dell' incertezza di 300 tese. Noi abbiam disputato di sei tese, e per togliere ogn' incertezza, si son ripetute le operazioni le più scabrose e sottili.

Il grado 45, ch' è in mezzo tra l' equatore e il polo boreale, si è trovato in Francia lungo 57045 tese. Quindi la circonferenza della Terra è di 20, 536200 tese; e dandole 9 mila leghe, la lega sarà di 2282 tese.

Do-

Dopo tante e varie misure, calcoli, considerazioni e teorie de' principali Astronomi e Matematici sulla figura della Terra, se sia un' elissi regolare o irregolare, è bisognato contentarsi ch' ella è compressa ai poli $\frac{1}{300}$.

Anche Giove è compresso come la Terra, e di più, perchè la sua rotazione è più veloce; è di dieci ore. La compressione di Giove ai suoi poli è il $\frac{1}{10}$; onde si è arguito che la sua massa sia eterogenea, come lo è quella del nostro globo.

Della compressione degli altri Pianeti non si è potuto scoprir niente. Mercurio e Venere sono troppo piccoli. La rotazione di Venere è di ventitrè ore, troppo lenta per produrre uno schiacciamento sensibile. Marte, che ha una rivoluzione di ventiquattro ore 40′, può esser compresso quanto il nostro globo. Saturno ci nasconde la durata del suo giorno, e molto più la sua compressione.

La Luna non ostante la sua prossimità e la sua grande apparenza, ci occulta la sua compressione, perchè la sua rotazione diurna è combinata in modo colla rivoluzione periodica intorno alla Terra, che ci presenta sempre la stessa faccia. Questo suo emisfero ci è dunque più vicino dell' altro che ci è invisibile; è perciò più esposto all' attrazione della Terra. La Luna dunque deve esser allungata nel senso del diametro ch' è diretto verso di noi. Questo allungamento sfugge lo sguardo degli osservatori, ma non già la Geometria. La Geometria è la ragione umana ridotta a regole, e assoggettata al calcolo. Newton ha calcolato che il diametro della Luna diretto verso

di

di noi deve essere allungato di 186 piedi. Queste inuguaglianze di figura debbon dare al suo equatore un moto retrogrado, e al suo asse un bilanciamento simile alla nutazione dell' asse della Terra. Infatti gli Astronomi, Cassini, Mayer, la Lande hanno osservato che dopo più di 100 anni i nodi del suo equatore eran sempre al medesimo punto del Cielo come quelli dell' orbita della Luna. La Luna ha dunque due singolarità uniche nel sistema del mondo; una è la sua traslazione intorno alla Terra precisamente in tempo uguale della sua rotazione; l' altra che il moto de' nodi del suo equatore è perfettamente uguale al moto de' nodi della sua orbita.

Anche il Sole, che gira intorno al suo asse, dovrebbe aver la sua compressione come i Pianeti. Ma la sua rotazione di 25 $\frac{1}{2}$ giorni è ben lenta, e la sua compressione non potrebbe esser che di $\frac{1}{300\ 000}$, e perciò insensibile a noi. Bouguer e la Lande hanno fatto il Sole allungato ai poli e compresso all' equatore. Qualora sia così, il Sole ch' è di materia differente de' Pianeti, può aver figura differente.

ALTRE SCOPERTE.

Mentre i Francesi eran applicati a stabilir la figura della Terra, Bradley si accorse che le Stelle, oltre la famosa aberrazione ch' egli avea in esse scoperta, aveano un altro piccol moto apparente. Egli vide che le Stelle situate presso al Coluro de' Solstizj aveano un piccol moto particolare verso il polo. Dunque o elle si accostano verso il polo, o il polo si accosta verso di esse.

se. Era più probabile che il polo si muova verso di loro. Il polo ha già un moto prodotto dalla precessione degli equinozj. Newton avea già annunciato ch'esso era suscettibile di una nutazione, per cui dovea alternativamente abbassarsi e alzarsi sul piano dell'eclittica nell'intervallo d'un anno. Bradley riconobbe che tal moto delle Stelle verso il nord era una nutazione dipendente dall'asse della Terra che si alza o si abbassa dall'eclittica, e l'equatore vi si allontana o vi si avvicina; onde la loro obliquità scambievole varia in un periodo di anni $18\frac{1}{2}$, quanto è il periodo de' nodi della Luna, che è causa della nutazione dell'asse della Terra. Se Bradley ne sospettò la causa, d'Alembert ne diede la dimostrazione. Queste due scoperte di Bradley son gloriose perchè sono elementi che entrano in tutte le ricerche astronomiche, per conoscere il vero sito delle Stelle, e la loro paralasse, se mai ne hanno.

Le Stelle ci compariscono di differente grandezza. Questa inuguaglianza vien dalla loro differente distanza, o dalla loro differente grandezza reale? Può esser l'uno e l'altro. Si è già detto che vi son delle Stelle maggiori del Sole. Il nostro Sole non sarà il più piccolo de' Soli; se vi sono delle Stelle maggiori di esso, ve ne possono esser anche delle minori. Queste più piccole ci saranno più vicine, e queste convien osservare: forse ci daranno una paralasse di qualche minuto secondo. Frattanto la paralasse di quelle, che finora si sono osservate, non arriva a un secondo. Tutto quel ch'è grandissimo, o picciolissimo ci scappa.

Saturno e Giove, grandi masse con gran cor-

teg-

teggi, si trovano ogni venti anni ad una certa prossimità, e non possono far a meno di non alterarsi scambievolmente i loro moti, a causa della loro mutua attrazione combinata con quella del Sole. M. le Monnier pensa che il rallentamento d'un Pianeta, e l'accelerazione d'un altro provengano da una certa posizione rispettiva delle loro orbite; e siccome questa posizione cambia per la progressione continua degli absidi, tempo verrà (fra secoli) che i fenomeni de' due Pianeti cambieranno rispettivamente, restando sempre contrarj: Saturno cesserà di rallentarsi per accelerarsi, e Giove cesserà di accelerarsi per rallentarsi. Frattanto Saturno secondo le osservazioni de la Lande pare che da quaranta anni in qua abbia preso un brusco acceleramento, forse per la Cometa del 1745.

I Satelliti di Giove fu creduto da Domenico Cassini, che girassero in circoli tutti e quattro ugualmente inclinati sull' orbita di Giove. Questo era molto per il tempo di Cassini, ma poco per il tempo dopo Newton. Il sistema di Giove co' suoi quattro Satelliti è in piccolo, come il sistema del Sole co' suoi sei Pianeti. La stessa attrazione, li stessi fenomeni. Le orbite de' Satelliti debbono esser elissi; i loro absidi debbon aver un moto diretto; i loro nodi un moto retrogrado; i loro piani differentemente inclinati debbon provare alcune variazioni, come quello della Luna; la troppa lor vicinanza deve alterare i lor moti, le inclinazioni delle loro elissi son in tutti differenti. E così è: verificato tutto da Maraldi.

La teoria delle Comete proposta da Newton, fu pienamente sviluppata da Halley, Bradley, Monnier, Maraldi, la Caille, Messier. Fu dimostrata l'identità delle Comete e de' Pianeti.

Le une e gli altri descrivon intorno al Sole curve elittiche, e son soggette a ritorni regolari e periodici, con questa sola differenza che le une si allungano moltissimo più delle altre, e ritornano e si avvicinano più tardi e meno spesso. Se ne calcolaron di alcune i periodi, se ne predisse il ritorno, e si verificò; e s'apprese a distinguerle (*a*). Tutte osservano ne' loro moti le leggi di Keplero, come i Pianeti. La Cometa la più straordinaria è quella del 1680: Halley ha stimato il suo periodo di 575 anni; onde la sua elissi è sì allungata che il suo diametro è sessantanove volte maggiore di quello della nostra orbita. Questa Cometa discendendo da una distanza di più di 5700 milioni di leghe, si avvicina al Sole almen 200 mila leghe. In queste alternative d'escursioni che calore non soffrirà nella vicinanza, e che freddo nell' allontanamento? E per quanto calore possa conservare per le colonne de' vapori, che l'ardor del Sole le avea fatto inalzare sul di lei corpo, non può certo temperar la ri-

(*a*) La Cometa del 1682 dovea secondo i calcoli di Halley ritornare dopo un periodo di 76 anni, e farsi vedere nel 1758, e ricomparve adì 11 Gennajo 1759. Questa Cometa si accostò al Sole quasi la metà più di quel che gli si accosta la Terra, cioè circa 20 milioni di leghe: ma quando se ne allontana, si allontana da noi più di 1300 milioni di leghe: il suo allontanamento è dunque sessantacinque volte più grande della sua prossimità. Le Comete descrivono elissi allungatissime, nè si calcolano in parabole che per approssimazione, perchè l'elissi sì allungate si confondono colle parabole; ma questo calcolo si allontana alquanto dalla vera strada delle Comete; onde è più sicuro calcolarle in elissi.

rigidezza in tanta lontananza. E in sì grandi vicende posson le Comete esser ornate di viventi? La vita ha bisogno d'una temperatura media, e quasi sempre la stessa. Ma la Natura ha de' compensi ignoti: ella oppone una causa distruttiva all'altra, e le equilibra. Tutto nell'Universo è equilibrio, e sull'equilibrio è fondata la vita e la durata di tutte le cose. La Cometa del 1532 dopo un intervallo di 129 anni ricomparì nel 1661, e dovrà ricomparire nel 1790.

Le Comete sono molte, e assai più di quelle che si veggono ad occhi nudi. Una volta non si vedean che quelle che comparivano con coda, con chioma, o con barba, e ch'empivano di spavento. Le oscure sono in molto maggior numero, e si sono moltiplicate coll'invenzione de' cannocchiali. M. Messier ne ha scoperte moltissime, e non passa anno senza qualche Cometa. Il nostro sistema solare una volta di sette Pianeti, poi con nove Satelliti nuovamente scoperti, è ancora più ricco per tante Comete, le quali finora non sono contabili. Le loro rivoluzioni note sono tra 75. e 575 anni. Ma la nostra Astronomia è ancor fanciulla: non ha che un secolo, e per le osservazioni celesti, e specialmente delle Comete vi voglion molti secoli. Si è preteso d'essersi negli ultimi anni scoperta una Cometa del periodo di cinque in sei anni.

Il nuovo Astro, Urano, scoperto a dì 17 marzo 1781 a Bath in Inghilterra dal Tedesco Hartchell, è piccolo, brillante, d'un lume vivo, e simile ad una Stella di sesta grandezza; ha un moto lento di circa due minuti al giorno, e par che si muova in una elissi. Questo Astro non può esser che o una Cometa, o una Stella, o un Pianeta. Cometa senza nebulosità, e che com-

parisca degli anni prima di giunger al suo perielio, non si è ancor veduta. Come Stella incontra maggiori difficoltà: le Stelle son fisse, conservan costantemente fra loro lo stesso intervallo, e non sono mobili come quest' Astro, il quale accostandosi a noi ci arderebbe, se fosse della grandezza del nostro Sole: e se fosse grande quanto il nostro Sole, la sua picciolezza apparente indicherebbe una distanza enorme. Se finalmente è un Pianeta, non è da maravigliarsi che non siasi scoperto prima, perchè si confonde sì bene colle Stelle, che sarà stato posto nel loro catalogo; e forse sarà una di quelle segnata nel catalogo, e poi sparita. Ma come mai questo Astro, se è Pianeta, ci manda sì da lungi una luce sì viva e scintillante come quella delle Stelle? Se resta sempre visibile, e se essendo il doppio più distante di Saturno, ha un rivoluzione meno che tripla di quella di Saturno, cioè di ottanta in novanta anni, sarà certamente un Pianeta.

Fu determinata esattamente la refrazione della luce per l' atmosfera, cognizione importante per distinguer il luogo vero dal luogo apparente d' un Astro, e M. Bouguer vi pose a profitto le varie stazioni fatte al Perù, ch' è la regione più alta del globo. Egli riconobbe che le refrazioni hanno due sorgenti d' inuguaglianze; l' una che le diminuisce andando dal polo all' equatore; l' altra che le diminuisce ancora elevandosi dalla superficie della Terra a differenti altezze. Ad una certa altezza l' aria è sì rara, che non rifrange più la luce sensibilmente. M. Bouguer trovò che questa altezza è 5158 tese al di sopra dell' orizzonte. Riconobbe anche in generale che la refrazione è maggior la notte che il giorno d' una sesta o d' una settima parte.

E'

E' anche essenziale osservare con precisione le quantità della refrazione relative alle differenti altezze. E siccome esse diminuiscono su le montagne, e in un'aria meno densa, e sono più grandi la notte e in un'aria più fredda, debbon perciò variare in ragion della temperatura e del peso dell'aria, segnate dal termometro e dal barometro. M. de la Caille intraprese di conoscer queste variazioni per determinare le quantità relative all'altezza degli Astri, che sono sempre li stessi. Hauxbee avea mostrato che un'aria condensata al doppio, pesante una volta di più, dava una refrazione doppia. Quando dunque il barometro discende da 28 a 27 pollici, la refrazione diminuisce $\frac{1}{28}$. Halley osservando che il barometro ne' nostri climi varia di 2 pollici su 30, e che la densità dell'aria è più grande di $\frac{1}{15}$ in un tempo dell'anno che nell'altro, sospettò che le refrazioni debban variare in questa ragione. M. Monnier dopo molte osservazioni trovò che a 4° 44' di altezza la refrazione varia di 2' per 36 gradi del termometro. M. Euler ha dimostrato che la refrazione diminuisce per li stessi gradi che il calore aumenta.

Su le correzioni relative al calore e al peso dell'aria fatte da Mayer Astronomo di Gottinga, stabilì M. de la Caille tutte le refrazioni dal zenit, dove sono nulle, fin a 6 gradi di altezza; non le estese a minori altezze, perchè le refrazioni vi sono troppo irregolari, e ben lungi da ogni precisione. Questo lavoro de la Caille fu magnifico. Ma la tavola che ne risulta dà le refrazioni un po' troppo grandi, forse perchè lo strumento, di cui si servì, dava altezze un po'

 gran-

grandi. Questo troppo non è però che di 6''. Quanto siamo fatti delicati!

La precisione impiegata a trovar i gradi della refrazione, che produce la nostra atmosfera, ha impegnato maggiormente gli Astronomi a esaminare le atmosfere degli altri Pianeti. Ma le tante ricerche han fruttato ben poco. E' tuttavia incerto, se Marte, Venere, Mercurio abbiano atmosfera. E' bensì accertato che la Luna abbia la sua atmosfera, ma piccola, e sì piccola che non fa che una refrazione di 2'' $\frac{1}{4}$. Questa sì meschina refrazione è effetto di un rigoroso calcolo di M. de Sejour dopo essersi osservato che nelle eclissi solari i raggi del Sole fanno un' inflessione verso il corpo della Luna; questa inflessione non può nascere che da una refrazione prodotta dalla sua atmosfera. Or se questa atmosfera non dà che una refrazione di 2'' $\frac{1}{4}$, non merita nome d'aria, ma di etere. Sulle nostre più alte montagne, e all'altezza di 5158 tese M. Bouguer trovò la refrazione insensibile; e insensibile è la refrazione lunatica di 2'' $\frac{1}{4}$. Si può dunque dire, che la Luna non abbia atmosfera; e in conseguenza è incapace di emanazioni, è priva di calore, è morta. Tutto è legato: tolto un elemento è sciolta l'organizzazione, cessa la vita.

L'Astronomia ricca delle speculazioni tranquille degli osservatori sedentarj nel loro gabinetto, si è ancora più arricchita per i viaggi intrapresi sul globo, e per il miglioramento delle arti.

L'uomo non vede bene che quel che tocca. Bisogna che si trasporti per veder tutto, che cammini per misurare, che cangi luogo per mutar

tar le apparenze ch' egli vuole studiare: bisogna che percorra l' Universo, e le sue differenti parti, per conoscerne i dettagli, e determinarne i rapporti. I viaggi odierni dell' Europa dotta, e curiosa, e inquieta sono ben altro di quelli della venerabil antichità. Separata da gelosia e da diffidenza ciascuna Nazione vivea ignota all' altra; concentrata in se stessa, come nella sua famiglia. Ora la società de' popoli si è estesa sul globo, come nelle città la società degli uomini. Le cognizioni generali si sono moltiplicate forse a costo delle affezioni domestiche, e le scienze han guadagnato. Ma anche i costumi?

Halley nel secolo passato andò all' isola di S. Elena per farvi delle osservazioni astronomiche. Ma S. Elena nel secolo presente ci è troppo vicina. M. de la Caille volle vedere l' emisfero australe, e scelse il Capo di Buona Speranza per eseguirvi le sue imprese. Egli solo determinò le posizioni di tutte le Stelle visibili, che sono tra il polo australe e il tropico del Capricorno. Questa parte di Cielo, che fa presso a poco il $\frac{1}{3}$ della volta celeste, è quasi del tutto straniera a' nostri climi, e contiene 10 mila Stelle visibili, e vedute tutte da de la Caille. Sette in otto ore di ciascuna notte incessantemente attaccato al Telescopio, ora in piedi, ora sdrajato. Questo lavoro fu simile a tutti gli altri di sua vita. Sempre indefesso per la scienza, e inalterabile nella probità.

M. de la Caille si applicò anche nel Capo di Buona Speranza a stabilire la paralasse della Luna. Dopo varie osservazioni fatte in tutti gli Osservatorj d' Europa, la paralasse media della Luna per Parigi è di 57′ 39″; onde la distanza

della Luna è di 85464 leghe. L'incerterzza di questa determinazione non arriva a 2", cioè a 50 leghe. Misurare sì gran distanza con questa precisione, fa molto onore all'uomo.

Per il passaggio di Venere del 1761, e meglio per quello del 1769 osservato in più parti della Terra, si determinò la paralasse del Sole a 8" $\frac{1}{2}$. Onde la sua distanza dalla Terra è di 35 milioni di leghe; e la sua grossezza è almen un milione e 400 mila volte maggiore della Terra.

Ai viaggi intrapresi per il progresso delle scienze, son successi altri viaggi per contestare *il* miglioramento delle arti. L'Orologeria è l'arte più necessaria all'Astronomia. Sully, Graham, le Roi migliorarón quest'arte, e i loro successori l'hanno applicata utilmente alla navigazione. Ne' viaggi di mare si ha sempre con facilità la latitudine; la difficoltà è conoscer la longitudine. La longitudine non si conosce che per il tempo. Se si può sapere nel medesimo istante che ora è in due luoghi differenti, la differenza delle ore indicherà la differenza delle longitudini. Per sapere ciò, noi non conosciamo che due metodi: l'uno è d'imbarcare sul vascello un orologio, il quale conservi esattamente senza disordinarsi l'ora del luogo della partenza; il che è difficilissimo. L'altro è di osservar l'istante d'un fenomeno celeste, e calcolar l'istante in cui lo stesso fenomeno è osservato in un altro luogo noto: la differenza di questi istanti dà la differenza delle longitudini. S'impiegano a'quest'uso le osservazioni delle eclissi del Sole, della Luna, e de'Satelliti di Giove, come anche le distanze dalla Luna alle Stelle. Questo secondo metodo porta complicazione di calcoli, nè sempre il Cielo è sereno

no da permettere le osservazioni. Per uso giornaliero e di prima necessità, il primo metodo d' un orologio esatto è il più facile. Più volte si sono proposti de' premj per chi trovasse un metodo per determinare le longitudini in mare. Filippo III. Re di Spagna fu il primo. Il Duca d' Orleans Reggente di Francia promise 100 mila lire. Il Parlamento d' Inghilterra nel 1714 promise 20 mila lire sterline all' inventore del metodo per trovare in mare la longitudine a un di presso di mezzo grado. Ricompensa corrispondente all' oggetto, e alla gloria. La difficoltà era di far un orologio che andasse sempre regolare su d' un vascello continuamente agitato da' flutti. Harrison semplice carpentiere d' una provincia d' Inghilterra, ma d' ingegno inventore, si applicò quaranta anni a questa ricerca. Il tempo e l' ingegno sono i signori del mondo. L' orologio d' Harrison fu provato nel 1761 su d' una nave partita per la Giamaica, e ritornata in Inghilterra dopo 147 giorni: l'orologio non variò che di 1′ 54″. Un mezzo grado corrisponde a due minuti di tempo. Dunque Harrison merita il premio. Ma se ne volle fare un' altra prova nel 1764 col riportarlo in America, e dopo 156 giorni non variò che di 54″. Allora il Parlamento fece dare ad Harrison la metà della ricompensa promessa, e rimise l' altra metà ad Harrison medesimo quando rendesse la spiegazione del suo meccanismo abbastanza semplice, affinchè i suoi orologj potessero facilmente esser imitati. Questa condizione non era nell' atto; il ben pubblico, che dettò l' atto, richiede la facilità degli orologj marini. Anche in Francia contemporaneamente le Roi, e Berthoud fecero consimili orologj marini, e ciascuno di sua invenzione. Ma la sicurezza della na-

navigazione richiede l'uso e di questi orologj, e de' metodi astronomici; questi per i lunghi viaggi, e quelli per i piccoli e per i dettagli del cammino.

Gl' Inglesi inventarono ancora degli strumenti proprj per osservare in mare; tali sono il Quartiere, e l' Ottante d' invenzione d' Halley, e progettato da Newton. L' Ottante serve per prender l' altezza degli Astri mentre si naviga, e si muove nave e osservatore. Il principio di questi strumenti è di mostrare in una volta l' Astro e l' orizzonte, e di riunir le loro immagini dirette o reflesse: allora l' altezza dell' Astro è misurata dall' angolo formato dal raggio visuale sempre diretto all' orizzonte, e dal raggio venuto dall' Astro; l' alidade mostra poi l' altezza dell' Astro sul lembo dello strumento. Queste invenzioni utili alla navigazione e al commercio debbono nascere in Inghilterra: il bisogno e l' industria producono sforzi felici.

Si sono migliorati anche i Telescopj. Quelli di Campana erano imbarazzanti per la loro lunghezza. Per far gli obbiettivi d' un foco più corto, vi vogliono oculari più potenti; e allora la luce s' indebolisce o s' estingue. Se si aumentano le aperture per far passare più luce, le immagini si coloran d' iride, e divengono confuse. Questa refrangibilità di raggi sembrò insormontabile a Newton, e inventò il Telescopio di riflessione. Eulero vi applicò la geometria, e immaginò comporre obbiettivi di due lenti con acqua frammezzo, affinchè passando la luce per materie diverse e di diversa refringenza non si decomponesse in colori, come accade al nostro occhio composto di materie differenti. Dollond dotto Ottico Inglese applicò le formole d' Eulero alle leggi del-

della refrazione date da Newton, e trovò la cosa impossibile; perchè secondo Newton non si poteva distrugger la dispersione de' raggi senza distrugger la refrazione, e che entrando i raggi paralleli, ne uscivan paralleli. Tanto può il nome e l'autorità d'un Newton. Ma finalmente impegnato Dollond a rifare l'esperienza di Newton, si stupì di trovarla falsa, ripigliò la teoria d'Eulero, e dopo molte difficoltà concepì l'idea felice d'impiegar vetri di materia differente, affinchè producessero differente refringenza. Scelse il vetro detto *crown-glass* simile al comune, e il *flint-glass* ch'è composto di vetro e di piombo, e più pesante, più denso, e più refringente. Uniti questi vetri, spariscono i colori, e si conserva la differenza delle loro refrazioni. Ecco svanito l'ostacolo creduto insormontabile da Newton; non più iride, maggior ingrandimento degli oggetti: ecco i Telescopj acromatici, cioè senza colori; uno di questi di 7 piedi fece più effetto di quello di 34 piedi del Campana. Dollond il figlio migliorò ancora l'invenzione di suo padre col combinare due lenti concave di *crown-glass* con una sola convessa di *flint-glass*: questa combinazione dà maggior campo: con un tale Telescopio lungo 3 piedi, e d'un obbiettivo di 3 pollici e 9 linee di apertura si ebbe l'effetto di uno di 45 piedi costruito secondo gli antichi principj. Tutta questa invenzione non ha prodotto altro che toglier l'imbarazzo della lunghezza. Ma v'è l'altro imbarazzo d'aver il *flint-glass* puro, d'una trasparenza perfetta e uguale; il che dipende dal miscuglio intimo delle materie componenti. Ora si va a caso. Spetta alla Chimica tanto promossa, che prescriva leggi per un'operazione così interessante.

Due

Due altri strumenti ingegnosi fanno onore a questo secolo. Uno è l' Eliometro di Bouguer, l' altro il Micrometro di Rochon. L' Eliometro di Bouguer ha per oggetto di misurar il diametro anche orizzontale del Sole quando ha passato il meridiano, e di paragonarlo col diametro verticale, per così decidere, se il Sole ha un acciaccamento sensibile. A questo effetto egli costruì un Telescopio con due obbiettivi, l' un presso l' altro entro uno stesso tubo, e con un solo oculare, come un binoclo: in questa guisa un oggetto presenta due immagini. I due obbiettivi son mobili a volontà, e secondo si avvicinan tra loro o si allontanano, le immagini si allontanan o si avvicinano. La quantità del loro moto è segnata da un indice. Il punto essenziale è il toccamento delle due immagini: ond' è necessario il vedere in un colpo le due estremità del diametro. Con questo strumento si posson misurar anche le mediocri distanze delle Stelle fra loro, e col lembo della Luna, le distanze fra' Satelliti e il loro Pianeta. Dollond migliorò questo strumento col nome di micrometro obbiettivo impiegandovi due metà d' obbiettivi perfettamente simili mobili per unirsi e allontanarsi, onde formare doppia immagine d' uno stesso oggetto, e riunire le immagini differenti di due oggetti.

Il Micrometro di Rochon è formato di due prismi simili di cristallo di monte o d' Islanda, il qual cristallo ha la proprietà di decomporre i raggi luminosi, e di dar due immagini d' un medesimo oggetto. Questi prismi sono mobili circolarmente l' uno sull' altro, e raddoppiano la distanza delle due immagini se i prismi son accollati; o la distruggono se sono opposti. Questo strumento è atto a misurare le piccole distanze fra gli Astri

stri con maggior precisione che l' Eliometro di Bouguer.

Si è inventato altresì da M. Jeaurat un cannocchiale che dia due immagini, una dritta e l' altra rovesciata. L' obbiettivo è composto di due parti contigue, l' una d' un diametro minore, l' altra formata in zona circolare circonda il primo obbiettivo. Le loro superficie han curvature di fochi differenti; l' obbiettivo inferiore ha il foco più corto, ma viene slungato con un altro vetro fin al foco della zona. Così d' un oggetto si hanno due immagini, una dritta, e l' altra rovescia. Osservando un Astro, se ne veggon due immagini che corrono velocemente ad incontrarsi al centro. L' istante del passaggio dell' Astro al centro del cannocchiale è precisamente l' istante in cui le due immagini sono interamente l' una sull' altra; e se l' asse del cannocchiale è giusto al meridiano, si vede il passaggio dal centro.

Le scoperte e le invenzioni non sono d' ogni giorno. Ma il lavoro continuo e costante degli Astronomi è la cognizione de' moti medj degli Astri, e della posizione e dimensione delle orbite. L' esattezza di questi elementi dipende da una lunga serie di ricerche, e ogni secolo deve rinnovarle, per impiegarvi nuovi mezzi migliori. Molti di questi elementi cambiano, convien valutar questi cangiamenti, e tenerne conto. Questa parte fondamentale dell' Astronomia è stata coltivata con zelo dalla metà di questo secolo in poi da tutti gli Astronomi d' Europa, e fin nell' America. Con tale studio l' Astronomia ha fatto da 50 anni tanto progresso. Ma ne' suoi progressi ella deve molto alla Geometria.

CA-

CAPITOLO XII.

Geometria.

LA Geometria è la scienza dell' estensione. Tutto quel ch' esiste nell' Universo ha (o insieme o successivamente) l' estensione per carattere della sua esistenza. Lo spazio, che abbraccia tutti i punti, tutti i luoghi, tutti i limiti del mondo fisico; il moto, che percorre questo spazio, vi si applica, vi si misura, vi si assimila; il tempo marcato dalla successione delle cose, sussistente dal loro principio fin al loro fine; il tempo che abbraccia l' Universo ne' suoi cambiamenti, come lo spazio nella sua permanenza, tutto è estensione: estensione fisica, che ci è innanzi gli occhi, e che possiamo cogli occhi distinguere e percorrere; estensione intellettuale, che l' uomo può render presente al suo intelletto, e concepirla, e misurarla col pensiero. Ecco l' impero della Geometria. Ella è grande e vasta quanto l' Universo. Opera maravigliosa della ragione umana! Gli uomini vi hanno concentrate tutte le idee d'ordine e di rettitudine, che si applicano a tutti i tempi e a tutti i luoghi misurando ugualmente e gli spazj della durata fuggitiva e quelli della materia presente e visibile.

La Geometria non fu in Egitto che l' arte di misurare i terreni, e di fissarne il circuito e i limiti. Fu umile nel suo principio, come tutte le altre cose. Perciò Platone derise l' orgoglioso nome di Geometria, misura della Terra, mentre la Terra era quasi ignota. Ma ben presto questa scienza fece de' progressi sotto Platone stesso, e sotto i Greci. Dalla considerazione delle superfi-

cie

cie ella passò alle tre dimensioni della materia, e misurò i corpi. Non si limitò alle linee rette, e agli spazj piani o solidi terminati da quelle linee semplici, ma vide dalle sezioni del cono nascer quattro curve, il circolo, l'elissi, la parabola, l'iperbole. Mentre la linea retta si avanza per la via più corta, e cammina a passi uguali e simili diretti con disegno costante verso lo stesso scopo, la linea curva si compone di giri e di sinuosità; il suo cammino sembra contrariato, ciascuna piegatura di sua strada annuncia un cangiamento di disegno e di scopo. Debbono dunque concorrere molte cause alla sua formazione: ella deve dipendere da una legge più complicata: questa legge è rinchiusa ed espressa in alcune proprietà fondamentali.

I Greci studiarono e scoprirono le proprietà delle quattro suddette curve le più semplici, e le sole note. Le studiarono, senza prevedere l'utilità che ne proverrebbe un giorno.

Quando Cartesio applicò l'Algebra alla Geometria, cioè quando con segni astratti e generali rappresentò l'estensione nel suo insieme e ne' suoi dettagli, si conobbero bene e facilmente le proprietà di ciascuna curva. Le proprietà d'una curva fanno la sua equazione. Equazione è uguaglianza. Che cosa sono le proprietà d'una curva? Non sono che un'uguaglianza tra i prodotti, o tra le combinazioni di certe linee rette rinchiuse e limitate da questa curva. Se ciascuna curva ha la sua equazione particolare, ciascuna equazione appartiene ad una curva differente. Onde le curve si moltiplicheranno, e formeranno una specie d'universo geometrico senza limiti. Questa unione d'Algebra e di Geometria fu un benefìcio di Cartesio di grandi risorse, perchè quanti-

tà

tà inapprezzabili in numero si possono esprimere con figure geometriche, cioè con linee e con superficie.

Newton e Leibnitz inventori del calcolo differenziale, non compirono un'opera che forse da verun uomo sarà compita. Lasciarono il calcolo integrale imperfetto. Molte quantità dette differenziali non possono esser sommate nè rinchiuse in quantità intere e finite, e producono curve d' un genere elevatissimo, e quasi inaccessibile a' nostri sforzi. Non vi si può pervenire che per via d' approssimazione, spesso ben vicina, ma sempre laboriosa.

L' Algebra fa con segni astratti d' un' espressione abbreviata le stesse comparazioni, operazioni, e combinazioni che si farebbero con *linee* e con superficie d' ogni grandezza e d' ogni figura, ma di troppo variata estensione e difficile a ritenersi. Onde l' Algebra è una Geometria scritta, e la Geometria è un' Algebra figurata. Tutto dunque si riduce ai mezzi della Geometria. Che cosa si propone la Geometria? La misura di tutto quello ch' è nel mondo sensibile. Tutto quel che esiste è opera della Natura. La Natura ha da per tutto nascosto la semplicità de' principj sotto la varietà de' fenomeni; facendo reagire gli esseri gli uni su gli altri, ha intorbidata per ogni dove l' uniformità e la regolarità; non ha messo in niuna parte due forme simili, nè una forma regolare. L' uomo si perde in questa varietà infinita. Egli non sa concepire che cose semplici. Onde per istudiar la Natura, e per misurar le sue opere, egli ha inventata la Geometria di figure semplici e regolari per applicarle alle operazioni della Natura, e tentando e ritentando approssimar quanto più può le sue figure ideali alla Natura,

In-

Infatti benchè l' Universo non offra mai linee perfettamente rette, nè superficie del tutto piane, nè triangoli, nè quadrati, nè cubi, nè circoli, nè elissi ec. nè alcun' altra figura regolare, l' uomo nondimeno misura con queste sue figure un' infinità di spazj che se ne allontanan di poco. Quando poi egli vuol discendere a dettagli, e toccar più da vicino la verità delle cose, egli ha delle forme men semplici, e delle curve più complicate per apprezzare le differenze stesse.

Newton avea dimostrato che se un corpo descrive una delle quattro sezioni coniche, esso corpo è spinto verso uno de' fochi da una forza inversamente proporzionale al quadrato delle distanze. Stabilì ancora che in queste sezioni coniche gli apsidi e i nodi sarebbero immobili, se ciascuno corpo centrale ha un impero assoluto nel suo dominio. Egli vide che la Luna dava eccezione a questa legge, poichè i suoi apsidi e nodi si muovono. Ma vide bene che questa è una conseguenza necessaria della gravitazione, perchè l' impero del corpo centrale, ch' è la Terra, non è assoluto, ma è modificato da un' altra potenza straniera e più lontana, che è il Sole. Ma Newton non diede tutte le tracce di questo andamento.

Tre Matematici Clairau e d' Alembert in Francia, ed Eulero a Berlino concepirono contemporaneamente e inscio uno dell' altro il gran progetto di dettagliare nella teoria della Luna e gli effetti e le conseguenze derivate dal principio unico dell' attrazione. Il loro cammino fu tutto all' opposto di quello di Newton, e dovette esserlo. Newton dagli effetti rimontò alla causa ignota. Ma nota la causa, i suoi successori dovettero partir dalla causa per conoscere e combi-

nar gli effetti. Si proposero perciò il problema seguente.

Lanciato un corpo nello spazio da una forza d' impulsione uniforme e costante, con una velocità qualunque ma nota, e in una direzione determinata, continuamente attirata verso un centro posto ad una data distanza, e da una forza inversamente proporzionale al quadrato della distanza, si domanda qual è la strada di questo corpo, e la curva che descrive in virtù di queste forze?

In un tempo infinitamente piccolo la prima forza gli fa descrivere una piccola linea retta, e la forza centrale tende a fargliene descrivere un'altra in una direzione differente. Queste due piccole linee fanno un angolo, e sono due lati d' un parallelogrammo: il corpo deve andar per la diagonale, e questa diagonale sarà una porzione della curva ch' egli dovrà descrivere. Delle due piccole linee la prima è nota, perchè è descritta per una forza uniforme e con velocità nota; e l'altra è anche nota, perchè è effetto d' una forza centrale, sempre assegnabile in una distanza determinata. Dunque la diagonale che ne risulta deve anche conoscersi: il suo valore è relativo alla direzione della forza uniforme, alla velocità impressa al corpo in un tempo dato, e alla distanza del corpo centrale. Questa diagonale è una porzione infinitamente piccola d' una curva; è una differenziale. Dunque bisogna rimontare col calcolo integrale alla quantità intera e finita, di cui quella è la differenziale. Questa quantità sarà l' equazione della curva. Il calcolo dimostra che quando la forza centrale è inversamente proporzionale al quadrato delle distanze, la curva descritta non può essere che un circolo, un' elissi,

una

una parabola, o un' iperbole. I Greci che trovarono queste curve nella sezione del cono non pensarono certo che il cono rinchiudesse figure celesti. Il solo circolo, che è anche sezione conica, era per loro celeste, e non lo è.

Questo problema di due corpi, che agiscon l'uno su l'altro, era facile alla Geometria moderna. Ma il problema più utile e più difficile è quest' altro: Dati tre corpi colle loro posizioni, masse e velocità, trovar le curve che debbono descrivere per la loro attrazione, supposta sempre in ragion inversa de' quadrati delle distanze. Problema difficile, perchè complicato di tre azioni; ma il più importante, perchè abbraccia tutto il sistema del mondo. Certo che tutti i corpi agiscon l'uno su l'altro in qualunque distanza sieno, ma quanto più lontani, più debole è la loro azione. Si possono calcolar separatamente le attrazioni di ciascun corpo lontano, e tutta la teoria celeste si riduce a considerare un gran corpo che ne regge un secondo più piccolo, e l'obbliga a girargli intorno, mentre un terzo lontano gli perturba il cammino regolare. Questa è la famosa questione del *Problema de' tre corpi*; la di cui soluzione fa il carattere del nostro secolo glorioso nel progresso delle scienze.

Applicato questo problema al corso della Luna, si trovò che la sua equazione è una differenziale del secondo ordine. L'uomo discende quanto vuole nelle classi di differenti grandezze. Se una quantità variabile aumenta o diminuisce ad ogni istante d'una porzione infinitamente piccola, questa porzione è la differenziale del primo ordine; ma se la quantità varia inegualmente, le alterazioni successive non saranno più le stesse, la loro differenza è una differenziale del secondo

 or-

ordine. A questa profondità giunsero i tre Geometri. Ma non basta discendere, convien risalire, e ritornare alle cose sensibili. Qui è l' astruso. Risalirono, ritrovarono le quantità finite per due integrazioni successive, non rigorose, ma approssimanti. Queste approssimazioni sono tanto più approssimanti, quanto più ci sviluppano con una serie di termini le ultime picciolezze che si negligono.

Ma il Sole non è sempre lontano ugualmente dalla Terra; onde attrae la Luna differentemente secondo la sua differente distanza. Questo deve influire nel moto della Luna, e cagionarvi altri perturbamenti. Perciò il problema si rende più complicato. Questa complicazione porta a metodi di approssimazione, e a una folla di equazioni. Newton avea detto che la sua teoria dava con esattezza la quantità del moto dell' apogeo della Luna. Ma l' avea detto alla maniera de' Profeti. Ma la Filosofia non ammette autorità, nemmen di Newton. Si aspettava che la soluzione del problema de' tre corpi giustificasse Newton su questo punto, come lo era stato in tanti altri. Ma si restò stupefatto quando si vide che la teoria non indicava che la metà del moto dato dalle osservazioni. L'errore non era leggiero; il moto dell' apogeo era di più di 40 gradi l'anno. Quando la teoria non è d' accordo co' fatti, il torto è tutto della teoria.

Clairau ebbe il coraggio di sostenere che in questo caso l' attrazione non siegue la legge generale della ragione inversa del quadrato delle distanze. Vi si oppose M. de Buffon, come ad un' assurdità d' ammetter due termini nell' espressione di questa legge: due termini, due moduli indicherebbero due principj, due leggi di attrazione,

che

che distruggerebbero la semplicità essenziale alla materia, e vi vorrebbero due materie differenti. La questione finì presto, perchè Clairau si accorse d'aver ne' suoi calcoli fatto un errore, cioè d'aver negletta una quantità nell'approssimazione. Questa era la sorgente della discrepanza fra la sua teoria e le osservazioni. Egli si sollecitò di farne pubblica confessione, e ristabilì il principio dell'attrazione in tutta la sua integrità. D' Alembert, ed Eulero rividero i loro calcoli, e vi trovarono lo stesso errore.

Dal lavoro di questi tre Matematici risulta una confermazione compita del sistema di Newton. L'apogeo e i nodi della Luna si muovono, il piano dell'orbita si abbassa e s' inalza secondo la legge dell'attrazione. Le grandi inuguaglianze ne derivano naturalmente; e le piccole sono prescritte dal calcolo. Le Tavole della Luna costruite da Clairau su la soluzione del problema de' tre corpi sono uniformi alle osservazioni. I metodi d' approssimazione, da' quali dipende tutto questo, si sono ancora migliorati da d' Alembert, Eulero, la Grange, Condorcet, e la Place. L'arte consiste in tener conto delle piccole quantità che in un calcolo lungo e penoso si scartano per semplificare. Conviene star sempre colla bilancia in mano, per pesar la loro influenza anche lontana.

Il problema della Precessione degli equinozj, che da Newton non fu che accennato, e l'altro su la nutazione delle Stelle scoperta da Bradley, furono pienamente risoluti da d'Alembert. Per l' uno e per l' altro fenomeno egli ne domandò conto all'azione della Luna, per vedere come le erano sommesse le differenti parti della Terra, e tra' suoi effetti particolari calcolare gli effetti

generali che ne risultano, e che possono manifestarsi. D'Alembert spiegò i due fenomeni colle leggi note del moto, e coll'attrazione in ragione inversa del quadrato delle distanze. Calcolando le forze del Sole e delle Luna M. d'Alembert determinò l'effetto totale che risulta alla Terra, cioè il doppio slogamento del suo asse: uno circolare intorno all'asse dell'eclittica, e questo è la precessione costante degli equinozj, che retrogradano ogni anno 50″, e le Stelle sembrano avanzarsi lungo l'eclittica la stessa quantità di 50″ ogni anno. L'altro è il bilanciamento dello stesso asse della Terra verso l'eclittica, noto sotto il nome di Nutazione delle Stelle, e questo moto è di 18″.

Nella precessione degli Equinozj si osserva una inuguaglianza. D'Alembert pose a calcolo anche questo fenomeno, e dopo aver dimostrato che la precessione degli equinozj dipende dall'azione combinata del Sole e della Luna, dimostrò che la nutazione, e l'inuguaglianza della precessione appartengono unicamente all'azione della sola Luna. La forza del Sole a quella della Luna su la Terra è come 2 a $4\frac{2}{3}$.

L'esto marino fu anche sottomesso al calcolo della gravitazione, ed Eulero, Mac-Laurin, d'Alembert, e Daniel Bernoully ne diedero solide teorie, colle quali ne spiegarono tutti i fenomeni. Newton per inalzar il mare avea dato al Sole una forza ch'era a quella della Luna come 1 a $4\frac{1}{2}$; nè avea considerato l'inerzia, la gravità, e l'attrito che il mare soffre nel fondo e nelle coste. Bernoully ristrinse il rapporto dell'azione della Luna al Sole come 5 a 2, calcolò tut-

tutte le resistenze e il moto della Terra, e spiegò tutte le particolarità delle maree. La Place vi fece intervenir anche la profondità del mare, la quale è a un di presso la stessa per tutto il globo, e perciò le due maree dello stesso giorno sono uguali; e soltanto un poco più grande ai poli che all' equatore, ma si può supporre al più al più di 4 leghe. Le maree sono più alte quanto minore è la profondità del mare.

Gli stessi moti di precessione e di nutazione, che ha la Terra, li ha ogni altro corpo celeste che non sia sferico, ma sia gonfio in qualcuna delle sue parti. Quel gonfiamento è più attratto da' corpi vicini, e riceve que' moti particolari, che si comunicano a tutto il resto.

D' Alembert, e de la Grange dimostrarono che l' allungamento della Luna è un effetto necessario della sua gravitazione verso la Terra; ch' è causa secondaria di mostrarci sempre la stessa faccia, e del moto de' suoi nodi. Ma la rotazione della Luna non può provenire da quel suo allungamento, come avea creduto Newton. Qualunque sia la causa della rotazione de' Pianeti, deve esser generale per tutti, nè la Luna può averne una particolare.

La soluzione del problema de' tre corpi fu applicata alle orbite elittiche di tutti i Pianeti, e fu dimostrato che quelle elissi erano perturbate dall' attrazione del Sole e del Pianeta più vicino. Così Saturno e Giove si perturbano scambievolmente nel loro corso per la loro mutua gravitazione. Lo stesso è degli altri Pianeti e de' Satelliti. E ciascun Pianeta dà e riceve perturbazione dagli altri. Quindi Eulero ha dimostrato che l' obliquità della nostra eclittica è l' effetto d' una oscillazione o d' un moto libratorio della Terra;

e che giunta a un certo punto questa obliquità, cesserà di diminuire, e comincerà a crescere per alzarsi alla prima grandezza da cui era discesa. Non è determinabile la quantità e il periodo di questa oscillazione; solo si può dire che la quantità deve esser di più gradi, e il periodo di molti secoli. Eulero ha dimostrato quel che Keplero avea indovinato.

Le perturbazioni delle orbite di Saturno e di Giove sono le meno complicate, perchè que' Pianeti sono all'estremità del sistema solare, sono più potenti, e men soggetti a esser alterati da' Pianeti minori. Ma i quattro altri, Marte, Terra, Venere, e Mercurio sono più vicini fra loro, e di forze uguali; onde producono una grande complicazione, che richiede calcoli penosissimi.

Per le Comete poi il loro corso è ancora più alterato per le loro elissi allungatissime, e per i loro piani differenti da quelli de' Pianeti, i quali son tutti quasi in uno medesimo piano, e tutti i Pianeti, specialmente Giove e Saturno, influiscono ad alterare il corso delle Comete. Onde per predire i loro ritorni, Clairau ed Eulero il figlio han calcolate tutte quelle influenze, e si sono molto approssimati alla verità.

M. Clairau fu un vero Matematico. Il Matematico cerca la verità: ricerca sempre penosa nelle scienze come in morale. Per trovarla, il Matematico ha bisogno di una profondità di vista per vedere tutte le conseguenze d'un principio, e di una giustezza di giudizio per distinguer le conseguenze, e rimontarle al principio dal quale dipendono. Ma e la profondità della vista, e la rettezza del giudizio dipendono dalla immaginazione. Non già da quella immaginazione, che scherza su la superficie delle cose, e le vivifica

co'

co' suoi colori. L'immaginazione del Matematico penetra nell' intimo della Natura, la divide per meglio conoscerla, e partendo da un principio incontestabile rende la soluzione certa. Se il principio è più semplice, egli dà la via più corta ed elegante; e finalmente egli è un genio, se giunge ad una verità grande, utile, e separata lungo tempo dalle verità note. Tale è stato Clairau. L'Astronomia gli deve la teoria della Luna, il corso delle Comete calcolato, il loro ritorno predetto, rendendo conto delle cause che lo ritardano o lo sollecitano. Questo è quel che restava dopo Newton e Halley, e questo fu fatto da Clairau. Era difficile, dacchè due valentuomini v'erano arrenati; è utile, perchè la cognizione del moto della Luna migliora la geografia e la navigazione, e perchè la predizione del ritorno delle Comete, che fin nel secolo scorso si credevan meteore effimere, farà la gloria del nostro secolo. Il principal merito di Clairau fu l'applicazione: malgrado il suo ingegno non si ributtò mai per i dettagli. Una verità pratica era da lui preferita a tutte quelle che restano seppellite nell' analisi: e non fece che cose utili.

M. de Sejour allievo e amico di Clairau fra molte cose utili rettificò diverse congetture su le Comete. Halley non avea creduto impossibile che qualche Cometa urtasse funestamente la Terra. Maupertuis pensò che una Cometa passandoci molto vicino, ci trasportasse seco lungi dal Sole a perir di gelo. De la Lande temette che una Cometa vicina ci alzasse tanto il mare da sommergere parte della Terra. M. de Sejour ha con un calcolo rigoroso dileguati tutti questi timori. Affinchè una Cometa urti la Terra, vi vuole il concorso di tre circostanze, che difficilis-

lissimamente si posson riunire tutte e tre in un medesimo punto; e le tre circostanze sono, 1. che l' intersezione dell' orbita della Cometa coll' eclittica sia distante dal Sole, quanto la Terra è da quest' Astro. 2. Che la Cometa e la Terra si trovino precisamente in quel punto nel medesimo istante. 3. E che il perturbamento che soffre la Cometa e la Terra non noccia a quell' incontro. Come mai la Terra, che percorre una grande orbita in un anno, e una Cometa, che non ritorna che dopo un gran numero di anni, si han da trovare al medesimo punto nel medesimo tempo limitato? Non vi può esser moto e azione senza reazione. Dacchè vi sono forze opposte, vi può esser combattimento; ma la divesità delle direzioni fa che queste forze si modifichino senza distruggersi, e che nell' immensità degli spazj, dove possono incrociarsi tante strade, i corpi passino a fianco gli uni degli altri senza nuocersi.

Di tante Comete quelle, che si sono più avvicinate alla Terra, sono sette, e quella del 1680 si avvicinò più di qualunque altra, e nondimeno ci fu lontana 160 mila leghe. Or quand' anche una ci si accostasse 13 mila leghe, che ci farebbe? Non potrebbe restare in quella vicinanza che poco più d' un pajo d' ore, e in sì poco tempo come produrre maree desolanti? Nè la coda della Cometa può produrci un diluvio, perchè oltre la sua rarità, che non ci oscura le Stelle, non si mostra che dopo passato il perielio, e allora la Cometa del 1680 ci si era allontanata più di 9 milioni di leghe. Non è credibile che da quella distanza la coda d' una Cometa possa inondar la Terra.

Nemmeno una Cometa può strascinar seco la Terra. Se la Cometa fosse della grandezza del no-

nostro globo, e lontana 13 mila leghe, non farebbe che aumentar l'asse della nostra orbita, e accrescerci l'anno di due giorni e dieci ore. Ma Comete sì grosse non si sono mai viste: hanno tutte un picciol corpo. Or se la Terra non deve aver timore di diventar Satellite d'una Cometa, non speri neppure di acquistar per Satellite una Cometa. Le Comete hanno per centro il Sole, il quale ripiglierebbe presto il suo impero, se qualche Pianeta tentasse usurpargli quel ch' è di suo dominio.

Questi e molti altri sono i beneficj, che la Matematica ha fatti all'Astronomia. I progressi rapidi di queste due scienze sono grandi, e fanno grand' onore all' intendimento umano e al secolo. Ora queste due scienze si toccano talmente che par che si confondano. Un Astronomo non può esser Astronomo senza matematica: e un Matematico per esercitarsi sopra oggetti grandi deve sapere l'Astronomia. Gran superiorità de' nostri secoli è questa unione di scienze, le quali dirette verso uno stesso oggetto veggon meglio dove vanno, e vanno più veloci.

Che sarebbe stata l'Astronomia senza Matematica? Ella avrebbe fatto quel che può fare una scienza con uno strumento di meno. Già l'abbiam veduta senza Matematica, e prima senza Telescopio, e più in là senza strumenti. Che cosa si può conoscere, quando non si può misurar niente? Per fare delle estimazioni le più grossolane, vi vogliono generazioni: gl' individui e i popoli spariscono, e lo spazio che dura non ha quasi niente acquistato. In que' primi cominciamenti si credè la rivoluzione della Luna di ventotto giorni, l'anno di 365, e i periodi de' Pianeti in un' incertezza proporzionata. Inventati gli strumenti,

ti, si fece più in minor tempo: si determinò l'obliquità dell'eclittica, la grandezza de' gradi della Terra; si aggiunse un quarto di giorno all'anno, e s'impiegarono le ore e i minuti per stimare le rivoluzioni. Queste misure si sono ripetute ogni volta che gli strumenti si sono migliorati. Finalmente i cannocchiali aprirono un nuovo Cielo, e recarono nuovi mezzi per misurare con precisione non mai sperata. Ma tutto ciò non basta ancora. Tutto è complicazione nelle apparenze celesti: i fenomeni si presentano in massa, alcuni s'intrecciano e dipendono da cause particolari. Senza dubbio che col tempo, e a forza d'incessanti osservazioni si sarebbero scoperti i periodi di tutti i loro moti, e le loro leggi le più apparenti.

Così l'Astronomia poteva andar sola e senza altro ajuto che del tempo e della pazienza. Ma per ogni scoperta quanti secoli? I soli Caldei impiegaron più di 20 secoli per conoscer le rivoluzioni degli Astri e le loro principali inuguaglianze. Il dettaglio delle cose è un laberinto, dov'è necessario un filo; il filo è la cognizione o almeno il sospetto delle cause. Ma questo sospetto come può condurre alla vera cognizione, se non si ha una bilancia di confronto, che metta in equilibrio gli effetti e le cause, e mostri chiaramente che da quelle cause provengono quegli effetti?

Questa bilancia è la Matematica. Quando Copernico ristabilì i Pianeti nel vero ordine, e Keplero sostituì l'elissi al circolo per i loro moti, la Geometria somministrò il primo beneficio. Se non si fosse conosciuta la elissi, quante e quante osservazioni non sarebbero state necessarie per determinare le inuguaglianze, gli accrescimenti, e

le

le diminuzioni? Vi si sarebbero frammishiati degli errori, e si sarebbe stato costretto a ricominciare cento volte. Keplero diede quasi in disperazione per ispiegare i moti di Marte: la sua disperazione era quella degli Astronomi e de' secoli. La Geometria svelò una legge generale e comune a tutti i Pianeti, i quali descrivon tutti le loro orbite elittiche. La generalità è il vantaggio imprezzabile della Matematica: a lei convien domandar la causa degli effetti simili. Keplero sospettò che i Pianeti fossero ritenuti nelle loro orbite da una forza residente nel Sole. Ma la Geometria non era ancora avanzata abbastanza per sì vasta comparazione di tutti gli effetti con una causa unica. Divenuta poi la Geometria più potente sotto Cartesio, e sotto Newton, quest' ultimo come Filosofo adocchiò la legge, e come Matematico colla bilancia alla mano equilibrò i fenomeni coll' intensità della legge, e col suo peso su l' Universo. Colla stessa bilancia fece le comparazioni particolari, percorse le sfere, e pesò l' influenza modificata della legge cogli effetti osservati. Non terminò l' impresa troppo vasta per un uomo, per quanto grande fosse. Lo strumento non era ancora sufficiente; si è migliorato, lo sarà ancora più, e moltiplicandosi i progressi della Matematica, avanzerà l' Astronomia, la quale nelle particolarità ha più bisogno di quel soccorso. I Pianeti e i Satelliti soffron continui perturbamenti, le Comete han periodi lunghi e inuguali. Come determinar tutti questi fenomeni? Una legge semplice produce un caos di effetti. Ciascuna molecola della materia ha la sua azione nel gran tutto, e fa la sua parte nella scena del mondo. Nel miscuglio di tutte queste potenze si han da giudicare gli sforzi, e valutare i

pro-

prodotti. Ci è voluto un calcolo ben fino per cogliere queste molecole, malgrado la loro picciolezza, e stimare la lor debole energia. Ci è voluta poi tutta l'arte a riunir in massa queste azioni, come fa la Natura per produrre effetti sensibili. Così la mente vede quel che gli occhi non possono vedere. Ma questo gran vantaggio non è il solo che recan le Matematiche all' Astronomia. Con esse l' uomo fa più presto, ed è più sicuro di quel che ha fatto. Economia nel tempo, riposo nel possesso della verità. La Natura si sviluppa lentamente, confonde e complica tutto per nascondersi, il Matematico previene secoli, e dà alle sue opere l' impronto della certezza.

CAPITOLO XIII.

Congetture e Opinioni Fisiche.

Le congetture e le opinioni sono tra le *favole* e *le* verità: spettano alle favole per difetto di prove; e si accostano più o meno alle verità per la loro verisimiglianza. Se si strappassero questi rampolli delle nostre cognizioni, l' avvenire sarebbe privo di frutti, che potrebbero nascere da que' rampolli. Le idee son come germi, che la Natura sparge con profusione: un gran numero perisce prima di maturare; ma nel momento che si sviluppano, non si posson distinguere quelli che son destinati ad una lunga vita. Gli uomini son portati a congetturare per il desiderio di conoscere. Vogliono avere un' opinione su tutte le cose; e quando non vi possono esser condotti dalla catena

na delle verità, suppliscono alle verità mancanti con verisimilitudini. Per mezzo di queste opinioni particolari e di legami in parte veri e in parte supposti, hanno un' idea su ciascun fatto della Natura, e un' idea generale su la Natura stessa.

Quando si considera il Cielo, quante questioni non si presentano ad un intendimento curioso? 1. Perchè tre de' nostri Pianeti hanno Satelliti? 2. Donde proviene l'anello di Saturno? 3. Qual è la causa che li ha prodotti, e sottomessi a que' Pianeti? 4. Perchè i 6. Pianeti e i 10 Satelliti si muovon tutti nel medesimo senso da occidente ad oriente? 5. Perchè questi moti si fanno in una striscia stretta del Cielo? 6. Perchè le lor rotazioni si fanno anche nello stesso senso da occidente ad oriente? 7. Questi moti si conserveranno sempre, mentre niente è durevole nella Natura? 8. La rotazione è soggetta a inuguaglianze come gli altri moti? 9. Le alterazioni, che i Pianeti si cagionano scambievolmente, si ristabiliscon sempre a ciascuna rivoluzione, o hanno effetti più durevoli? 10. Gli spazj celesti son vuoti o pieni di etere? e questo etere è resistente? 11. La forma delle orbite de' Pianeti è inalterabile? 12. Le Comete hanno tutte ritorni periodici? 13. Qual è la natura delle loro code? 14. Che cosa è la Via Lattea, e le nebulose? 15. Il Sole è immobile? 16. L'Attrazione, che produce tanti fenomeni nell' Universo, è un effetto, o una causa primordiale?

A tali ardite questioni il savio risponderebbe, *non so*. Ma l'uomo è più curioso che savio. La curiosità produce inquietudine, e l'inquietudine è il principio del moto delle menti: le passioni hanno fatto tutto. Il bisogno di conoscere, e il bisogno della gloria han portate le scienze a tali e-

le-

levazioni. Senza passioni la Società sarebbe ancora nello stato selvaggio, e le scienze ai loro primi rudimenti.

Per le prime questioni M. de Buffon dà delle spiegazioni sufficienti, come si è accennato nel Capitolo X.

Per l'anello di Saturno Giacomo Cassini ebbe un'opinione bizzarra, pensando che fosse composto d'una infinità di Satelliti ristretti fra loro senza intervalli, e tutti in marcia uniforme senza mai lasciarsi. A questi Satellitini è sostituita da Sejour una zona continuata piana e sottile, e differentemente larga, che ha la sua rotazione rapida; onde anche Saturno avrà la sua rotazione diurna.

I sei Pianeti giran tutti nel medesimo senso, e tutti ristretti nel zodiaco, che non è che $\frac{1}{17}$ della superficie della Sfera: onde è ben probabile che non il caso, ma una sola e stessa causa abbia prodotto i loro moti, e disposte le loro orbite. Per quanto ciò sia probabile, non è però certo: niente è certo se non è dimostrato. Qui v'è qualche leggiera incertezza: questa incertezza è come 1 a 1419856, siccome ha calcolato Daniel Bernoully.

All'incontro le Comete sono Pianeti. Le lor rassomiglianze sono nella dipendenza dal Sole, nell'esser illuminate dalla sua luce, nell'aver periodi elittici più o meno allungati. Le differenze poi sono, che le Comete non si muovon tutte nello stesso senso; alcune vanno come i Pianeti da occidente in oriente secondo l'ordine de' segni; altre vanno in senso assolutamente contrario, e queste si chiamano Comete retrograde. Elle non sono rinchiuse in una zona particolare come il zodiaco, ma scorrono per tutto lo spa-

zio

zio del Cielo. Questa loro disposizione sembra all'azzardo. Dov'è opposizione di effetti, non vi può essere identità di cause. Infatti M. de Sejour ha osservato che di 63 Comete note ve ne sono 35 dirette, e 28 retrograde, e le loro orbite sono presso a poco in ugual numero di 10 in 10 gradi dell'angolo retto di 90 gradi, così che tante sono al di sotto quante al di sopra di 45 gradi, ch'è la metà dell'angolo retto. Pare dunque che questi Astri sieno stati slanciati a caso, e che il loro moto non dipenda da una causa generale.

Le Comete si distinguon ancora da' Pianeti. Questi hanno una massa grossa e pesante; e quelle sono di piccola massa. Finalmente le Comete girano intorno al Sole in elissi allungatissime, laddove le elissi de' Pianeti poco differiscono dal circolo.

Vi è dunque una legge che ha disposto i 6 Pianeti e i 10 Satelliti, e ha ristretti i loro moti tutti in un senso in una zona stretta del Cielo; e questa legge deve esser ben differente da quella delle Comete. Daniel Bernoully stende l'atmosfera del Sole fin a Saturno, e fa giuocare questa atmosfera come una leva per farsi il Sole girar intorno tutti a un modo i 6 Pianeti, mentre il Sole stesso gira intorno a se medesimo. Le Comete, che son fuori di questa atmosfera solare, giran per altre leggi. Così le atmosfere particolari de' Pianeti impongon moti simili ai lor Satelliti. Infatti i Satelliti di Giove girano nel piano del suo equatore; e di quelli di Saturno i quattro primi si muovono nel piano del suo anello, ch'è verisimilmente quello della sua rotazione. Il quinto Satellite di Saturno se ne allontana, come la Luna si allontana dall'equatore terrestre.

I Pianeti hanno altresì una rassomiglianza particolare. Il loro moto di rotazione è nello stesso senso di quello di traslazione. De' quattro Pianeti, de' quali la rotazione ci è nota, Venere sola si rivolge perpendicolarmente al piano della sua orbita. Questi due moti nello stesso senso dipendono da una sola e stessa causa, cioè dalla maniera come la causa è stata applicata. Gio. Bernoully ha dimostrato, che se un corpo lanciato ha ricevuto il colpo, che passi per il centro di gravità, avrà il moto di traslazione, ma non di rotazione; se poi il colpo non è che alla superficie, vi sarà rotazione senza traslazione; e finalmente se il colpo è passato dentro in qualche distanza dal centro di gravità, vi sarà e traslazione e rotazione. Onde la Luna e la Terra, che sono incatenate più particolarmente fra loro, par che sieno state colpite insieme. Par dunque che ne' 16 tra Pianeti e Satelliti che contornano il Sole, nella disposizione delle loro orbite, e nel loro vasto sistema, sia concorsa l'identità della causa e del tempo.

Se il moto della Terra cambj fino a distruggersi, come cambiano e si distruggono tante altre cose, non ne abbiamo alcuna prova. L'esperienza c'insegna che tutto varia; ma la stessa sperienza c'insegna che questo non varia, almeno ai nostri sensi limitati. Di più non sappiamo dire.

Saturno ritarda 5° 13', e Giove accelera 3° 23' in 2 mila anni, ma tutto si ristabilisce in capo a 380 mila anni. I più gran calcolatori hanno dimostrato che in tutti i corpi celesti i perturbamenti son passeggieri, che le forze si bilanciano, e l'equilibrio si ristabilisce col tempo: onde tutto è ordinato per la conservazione.

Nel-

Nella Luna e nella Terra si è osservata un' accelerazione di moto dacchè l' Astronomia è coltivata. Quella della Luna è, secondo Mayer, d' un grado ogni 2 mila anni. Quella della Terra è di 38' 47" in 2 mila anni. Queste si chiamano equazioni secolari, perchè comprendon secoli.

Queste alterazioni non dipendono dalla gravitazione de' corpi celesti, ma dalla resistenza del mezzo ove essi corpi si muovono. La gravità è una forza incessantemente rinascente, che non s' indebolisce punto. Ma l' impulsione primitiva, che ha slanciati que' corpi, data una volta, e non più rinnovata, deve perdere continuamente se trova resistenza. Alterandosi la forza impulsiva, il tempo delle rivoluzioni soffre cangiamento; e questo cangiamento deve essere una diminuzione. Diminuita la forza d' impulsione, prepondera quella dell' attrazione, l' orbita divien più piccola, ed è descritta in minor tempo: onde il corpo sembra muoversi più veloce. Ecco spiegato il paradosso, che una diminuzione di forza produce accelerazione di moto.

Newton quando stabilì la sua teoria sublime, vide che da gran numero di secoli le rivoluzioni de' Pianeti erano inalterabili; e ne conchiuse che non soffrivano alcuna resistenza; onde si dovean muovere in vacuo assoluto. Ma com' è possibile che quegli spazj sieno interamente vuoti? Il niente assoluto è un essere di ragione come l' infinito. Debbono almeno contener della Luce emanata dal Sole e dalle Stelle, e riflessa da' Pianeti. Per quanto picciole sien queste molecole fanno massa, convien che questa massa, questo etere sia smosso da corpi in moto, e questa smossa non può farsi senza resistenza. E questa resistenza è già comprovata dalla accelerazione osservata ne'

 Pia-

Pianeti. Dunque le osservazioni e la ragione ci conducono a un risultato contrario a quello di Newton.

Come mai la forza d'attrazione emanata dal Sole può trasmettersi a distanze enormi, e sottoporsi sì grandi masse senza qualche leva, o senza qualche veicolo per trasportare la sua azione? Questa è la maggior difficoltà della teoria di Newton. Noi non conosciamo che trasmissione o successione. Un effetto si propaga per agenti intermedj e continui che lo comunicano. Questa comunicazione si opera in un tempo più o men lungo. Quindi M. de Place ha proposte *due* nuove questioni interessanti. La prima è, se *la Gravità* è istantanea, malgrado la distanza. A questo risponde egli stesso, che la velocità più grande è relativa al tempo più corto; e se noi immaginiamo una velocità infinita, il tempo sarà infinitamente piccolo: ma il tempo non può esser annichilato dal nostro pensiero. Tutto ciò non reca alcun cangiamento all'ordine delle cose: tutta la differenza è nel primo istante. Vi è voluto certamente un tempo per trasmettersi *la forza* al corpo ch'ella dovea muovere; giunta una volta, i suoi sforzi si succedono immediatamente; il corpo si muove, come se l' azione fosse realmente istantanea.

M. de la Place nella seconda questione domanda, se l' attrazione agisce nella stessa maniera su i corpi in riposo che su i corpi in moto. Supposto un tempo necessario per la trasmissione della gravità, un corpo in riposo sta aspettandola, e la riceve, non può scappare alla sua azione; ma un corpo in moto può sfuggirla: per quanto picciolo sia il tempo della trasmissione, la velocità del corpo può esser sì grande da sottrarvisi alme-

no

no in parte. Quindi risulta una modificazione di moto. L'equazione secolare della Luna di un grado in 2 mila anni diede a M. de la Place un termine da comparare la velocità della gravitazione alla velocità della Luce, e col calcolo trovò che la propagazione della gravità è 8 millioni di volte più veloce della luce. Che stupenda varietà ne' mobili! L'uomo in un cammino moderato e seguito percorre 4 piedi per secondo. L'aria che ci trasmette il suono, fa in un secondo 175 tese, onde va 260 volte più veloce dell'uomo. La Luce ha una velocità 600 mila volte maggiore dell' aria. E la gravità, che governa l'Universo, e che a somiglianza del dispotismo ha bisogno d'un'attività proporzionata al suo impero, si trasporta o si comunica con una rapidità 8 milioni di volte più grande di quella della Luce.

Questa velocità è quasi istantanea, ma non lo è. Il suo piccolo tempo ha degli effetti sensibili, poichè ne risulta in 2 mila anni un'equazione secolare di 1° per la Luna, di 10' in 12' per la Terra, di 38' per Venere, di 5° $\frac{1}{2}$ per Mercurio: quelle degli altri Pianeti sono insensibili.

Ecco dunque due cause per l'accelerazione del moto de' Pianeti: la resistenza dell'etere, e la propagazione successiva della gravità. Forse si giungerà col tempo a pesar l'etere, e la propagazione della gravità. Una terza causa d'alterazione del moto de' Pianeti può provenir dalle Comete.

Si fa anche un'altra questione, se l'orbita ellittica de' Pianeti sia costante o variabile. Non v'è niente di deciso sul cambiamento della forma delle orbite. La teoria lo annuncia, i fenomeni

 non

non vi si oppongono. Ma questo cangiamento sarebbe periodico e alternativo; così che l' eccentricità dopo esser cresciuta fin a un certo termine, si fermerebbe per diminuire. Questo è l' effetto d' un' azione applicata ora in un senso or nell' altro. Questa azione proviene da' Pianeti stessi fra loro, e non già dalla resistenza dell' etere, la quale non è una causa attiva, ma distruttrice.

Non è impossibile che fra le Comete ve ne sieno alcune che non camminino per elissi allungatissime intorno al Sole, ma se ne vadano per iperbole, ch' è una curva che non si chiude, ma scorrendo per uno de' suoi bracci, non ritornino più, e desertino dal nostro Sole, per sottomettersi ad un altro Sole.

Le Code delle Comete soffrono differenti spiegazioni. Newton le stimò esalazioni volatilizzate dal loro corpo in forma di fumo bianchiccio per la prossimità del Sole, e perciò non si veggono che quando han passato il perielio, e sono sempre opposte al Sole. M. de Mairan le immaginò parte dell' atmosfera del Sole strascinata dalla cometa nel passarvi vicino. M. Oliver pensa che sia l' atmosfera della Cometa dilatata dall' atmosfera del Sole; e che avendo le Comete la loro atmosfera possano esser benissimo abitate, nè soffrir i loro abitanti molto freddo quando sono lontanissimi dal Sole, perchè quanto più lontani, più l' atmosfera è densa, e quanto più l' atmosfera è densa, più caldo si sente, come si sperimenta nelle pianure e nelle valli, mentre si prova freddo su le montagne. Posta la densità dell' atmosfera delle Comete maggior della nostra, elle possono aver cinque volte più luce che noi. La respirazione in quella atmosfera sì densa può anche

aver luogo, poichè Halley respirava benissimo in una campana immersa 10 braccia nel mare, dove l'aria è tre volte più densa di quella che si respira sulla superficie, e dodici volte di più di quella che si respira sulle alte montagne. I polmoni si accomodano bel bello a queste differenti arie.

La Via Lattea non è un ammasso di stelluzze, come avean creduto gli Antichi: co' migliori Telescopj non vi si è scoperta alcuna Stella, o almeno se alcune Stelle sono seminate in quella estensione, sono sì rare da non cagionare quella bianchezza. Se ne sono bensì scoperte nelle nebulose: queste nebulose pajono tante nuvolette biancastre, e della stessa apparenza della Via Lattea: si potrebbero dire tanti frantumi sparsi della materia della Via Lattea. Il Cielo è seminato di nebulose; M. de la Caille ne ha contate quarantaquattro nell' emisfero australe. Alcune di queste nebulose non sono che un ammasso di Stelle. Altre non hanno che qualche Stella nel mezzo d'una nuvoletta bianchiccia; e tale è la nebulosa d' Andromeda, in cui è una Stella che fa diverse figure, comparisce, e sparisce. Quel che si sa di certo su queste nebulose e sulla Via Lattea, è che ci sono sì distanti che non hanno paralasse. Tutto il resto che se n' è detto, è chimerico.

Il nostro Sole, che regge tutto il nostro sistema planetario, e che perciò si è stabilito immobile, è egli realmente immobile? Nel mondo tutto è in moto; e se qualche cosa è in riposo, vi è per forza, e cessata la forza, subito si muove. Se non si scorge moto nel Sole, non perciò non vi può essere. Noi non possiamo guidicarne che per il cangiamento di relazione con i corpi adjacenti, e questi sono lontanissimi dal Sole. La distanza

delle Stelle è 206 mila volte maggiore di quella del Sole. Se questa distanza si riducesse a 200 mila, questo cambiamento sarebbe insensibile, e pure sarebbe di 6 mila volte la distanza tra la Terra e il Sole, cioè 200 milioni di leghe. Come una tavola orizzontale si muove con tutto quello che vi è sopra, così se il Sole si muove e strascina seco tutto il suo corteggio, noi che siamo in questo andamento comune, come possiamo accorgerci del moto dell' Astro che ci trasporta? Altri Soli si muovono lentissimamente bensì, ma si muovono, e tali sono le Stelle dell' Aquila, di Orione, del Lione, Arturo, Sirio. Ma questi moti donde nascono? da forza d' impulsione, o d' attrazione? Noi non conosciamo che queste due forze. Da una di queste due cause debbon certo provenir que' moti, e forse da tutte e due.

L' Impulsione primitiva data ai Pianeti, ha potuto anche stendersi agli Astri. La Natura ha potuto spingerli tutti nello spazio, grandi e piccoli, alcuni per governare, altri per ubbidire. E così i mondi viaggeranno, senza che noi sappiamo nè donde vengano, nè dove vadano. E' anche possibile che queste enormi masse solari abbiano una sfera d' attività enormemente estesa. La potenza del Sole domina nella Cometa del 1680 distante 5700 milioni di leghe, e l' arresta per farla ritornare presso di se. E chi sa che le sfere delle Stelle non si tocchino, onde un giorno si riuniscano tutte in una massa? Può darsi anche che l' impulsione e l' attrazione contribuiscano ugualmente a questo moto. E perchè i Soli non possono aver un cammino simile ai Pianeti? Quindi una serie di sistemi diminuendo in grandezza da un gran Solone centro universale, intorno a cui giran i Soli, ciascun de' quali abbia il

suo

suo sistema di Soletti; ciascun Soletto il suo sistema di Pianeti, e ciascun Pianeta i suoi Satelliti, e così fin al pendolo. Il pendolo si muove come la Terra, come il Sole stesso. La legge generale della Natura si adempie sotto i nostri occhi come negli spazj che appena possiamo concepire.

Finalmente qual è la causa dell' attrazione, e quale è il meccanismo de' suoi effetti? Matematici, Astronomi, Fisici son ora tutti d'accordo a riguardare l' attrazione come una proprietà essenziale della materia. E che c' importa sapere se ella è una causa, o un effetto primordiale? M. le Sage cittadino di Ginevra è da trenta anni applicato a ricercar questa causa meccanica. Egli pensa che la gravità nasca dalla impulsione d' un fluido, che penetra in linea retta con gran velocità in tutti gl' interstizj, e agisce nelle molecole solide. Non si sa ancora la sorte di questo fluido. Molto meno si sa concepire come questa attrazione proprietà essenziale della materia possa esercitarsi, e come i corpi celesti senza agenti intermedj, senza leve, senza braccia, possano gli uni gli altri dominarsi a distanze enormi; nè si sa come questa occulta virtù attaccata ai corpi stessi possa trasportarsi sì lungi senza cessare di risiedervi.

CAPITOLO XIV.

Costellazioni.

Una notte serena è uno spettacolo de' più imponenti della Natura. Che immensa volta sparsa confusamente d' innumerabili faci! Altro incanto per l' intelletto illuminato da' lavori de' secoli: la volta non è più volta, è un' infinità di corpi immensi luminosi in distanze immensurabili, e di mondi seminati senza numero in spazj senza limiti. L' immaginazione frattanto ha classificate le Stelle, vi ha disegnati gruppi, vi ha imposti nomi. Storia e favola, tutto vi è figurato. Antichi errori, antiche verità, tutto è scritto in quel libro. Chi vi sa leggere, vi ritrova insieme la grandezza maestosa della Natura, la mitologia cogli avanzi de' culti, le lezioni della favola, e la rimembranza de' suoi primi antenati.

Ne' segni del Zodiaco il Capricorno e il Granchio posti ai due solstizj sono (crede M. *Dupuis*) i caratteri del moto apparente del Sole, il quale giunto a questi due punti, o s' inalza come la Capra selvatica, o va addietro come il Granchio. Lo stesso della Bilancia posta all' equinozio d' autunno come simbolo dell' uguaglianza de' giorni e delle notti. Queste Costellazioni sono state convenevolmente situate due o tre secoli prima della nostra Era, e verso il tempo d' Ipparco, ma da allora in qua per la precessione degli equinozj in ragione di un grado in settantadue anni elle si sono avanzate in maniera che il Sole arriva agli equinozj e ai solstizj prima che giunga alle Stelle dell' Ariete, del Granchio, della Bilancia, e del Capricorno.

So-

Sono dunque i segni del Zodiaco attualmente separati dalle Costellazioni: sono due cose distinte. I segni sono spazj uguali, ciascuno di 30 gradi, e forman insieme i 360 gradi del circolo della eclittica. Questi segni non sono che le divisioni del corso solare in dodici parti uguali; dividono l'eclittica, e il tempo di un anno che il Sole impiega a percorrerla.

Le Costellazioni poi sono porzioni del Zodiaco, più o meno ripiene di Stelle, e più o meno estese. La necessità di riunirle in gruppi, e di metterle in figure non ha permesso di dar loro spazj uguali; ma tutte dodici abbracciano il circuito del Zodiaco. Per evitare ogni equivoco, i dodici segni uguali, che dividon l'orbita del Sole, si chiamano i *segni dell' eclittica*; e le Costellazioni figurate di Stelle intorno a quel circolo si chiamano *Costellazioni del Zodiaco*.

Noi conosciamo due sfere antiche. La più antica è la Indiana, in cui le figure delle Costellazioni sono senza nome, e le stesse significazioni sono ripetute, e vaghe. La sfera Persiana meno antica della Indiana, ma più antica della nostra, ha colla nostra qualche rassomiglianza, ma nelle sue figure è gran confusione ed equivoco. La Costellazione del Lione abbraccia 90 gradi. Quindi si può inferire che le nostre Costellazioni del Zodiaco sono un' opera fatta in più riprese, senza rapporto certo tra le Costellazioni e il moto del Sole.

I Cinesi hanno il Zodiaco di 28 Costellazioni, e gl' Indiani di 27; ma queste Costellazioni appartengono soltanto al moto giornaliero della Luna, la quale ogni giorno ha la sua Costellazione; e i Cinesi dicono esser queste le *case* che la Luna percorre nel suo giro intorno alla Terra. Ma i Ci-

i Cinesi e gl' Indiani hanno, come noi, i dodici segni relativi al moto del Sole; e questi segni portano presso a poco li stessi nomi de' nostri, ma son tutti senza Costellazioni corrispondenti.

La divisione del Zodiaco la più naturale, la più facile, e in conseguenza la prima, ha dovuto esser quella di 27 in 28 Costellazioni. Si vede nelle belle notti consecutive la Luna percorrere il Zodiaco e dividerlo in spazj col suo moto diurno, e ogni giorno si osservan le Stelle, alle quali la Luna corrisponde. Ecco la vera divisione del Zodiaco stellato. Ed ecco i primi passi dell' Astronomia, comuni a tutti i popoli antichi.

Il corso del Sole è stato noto più tardi, e si è studiato separatamente. Si è prima diviso in 4 intervalli per i solstizj e per gli equinozj, e poi in 12. Queste divisioni non sono che porzioni dell' anno, e non vi sono attaccate Stelle, perchè le Stelle eran già classificate. Queste divisioni uguali e puramente solari riceverono nomi relativi ai lavori rustici dell' anno, e alle intemperie delle stagioni; e per dar loro de' nomi furon messe a contribuzione le sfere descritte da' primi popoli cacciatori, pastori, o agricoli. Furono presi l' Ariete, il Toro, i Gemelli per la primavera, stagione delle greggie; il Lione per esprimer la forza del Sole nell' estate; la Vergine per la messe, lo Scorpione per le malattie d' Autunno, il Sagittario per la caccia, l' Anfora per le piogge, i Pesci per la pesca. I motivi di tali denominazioni antiche sono involte nel manto del tempo. Fu posto poi al solstizio d' estate il Granchio, a quello d' inverno il Capricorno, e la Bilancia all' equinozio di autunno. E allora questi caratteri ebbero una significazione precisa, ma senza che avessero alcun rapporto colle Costellazioni di tal nome, nelle

le quali la Bilancia era equivoca potendo disegnare la giustizia, il commercio ec.

Se la divisione di 27 in 28 Costellazioni è la divisione primitiva; se i dodici segni non sono Costellazioni, ma una misura astronomica, noi frattanto abbiamo ora una divisione del Zodiaco in 12 Costellazioni, non inventata certo da noi. Era già stabilita in Alessandria in tempo d' Ipparco e di Tolomeo, e anteriormente in Grecia sotto Eudosso. Que' popoli, che avean la divisione di 27 in 28 Costellazioni, non potevano aver questa di 12 Costellazioni: sarebbe stata una confusione. Onde Cinesi, Indiani, Siamesi, Persi, i quali han tutti diviso il Zodiaco in 27 o in 28 Costellazioni, non potevan aver quella de' 12. Neppure gli Egizj la potevano avere, perchè i Cofti loro successori hanno conservata quella di 27 in 28. E' ben probabile che la divisione del Zodiaco in 12 Costellazioni sia stata da' Greci presa in Caldea. I Caldei erano i più dotti dell' antichità, nè conobbero mai la divisione di 27 in 28. Eglino avranno adattate alla sfera le Costellazioni corrispondenti ai segni del moto del Sole, e avranno avuto gli equinozj e i solstizj alla fine delle Costellazioni dell' Ariete, del Granchio, della Bilancia, e del Capricorno. Questa istituzione sarebbe dell' anno 2518 prima della nostra Era. Quando i Greci in tempo degli Argonauti presero questa sfera da' Caldei, dodici in tredici secoli prima dell' E.V., i punti equinoziali e solstiziali corrispondevano al quindicesimo grado. Finalmente quando Ipparco rinovò l' Astronomia osservò questi punti ai primi gradi d' Ariete, del Granchio, della Bilancia, e del Capricorno. Egli insegnò che questi punti si avanzerebbero continuamente lungo l' eclittica; e così si lasciò poi

che

che le Costellazioni seguissero il loro cammino progressivo, e si sono conservati i loro nomi e i siti dove eran 2 mila anni fa. Quindi la differenza tra i segni, che sono le 12 divisioni uguali dell' eclittica, e le 12 Costellazioni. L' idea di M. Dupuis di ricavare i nomi delle Costellazioni dalle favole e dalla Mitologia Greca, non è che ingegnosa. Tutte le favole non hanno nè la stessa origine, nè la stessa data.

RIASSUNTO GENERALE.

Principal cura dell' uomo è rivedere quel che si è fatto per esaminare quello che si può fare. Egli ha da seguire il tempo, il quale non ha che due divisioni reali, il passato, e l' avvenire: il presente non n' è che il limite. (a)

PRO-

(a) La scienza degli Astri si può dividere in tre parti.

La prima è l' osservazione, o la enumerazione de' fenomeni. Queste cognizioni sono il frutto di osservazioni assidue e costanti, che formano depositi per servire di fondamenti ai lavori della posterità. Ma per quanto il Mondo sia antico, il capitale di queste osservazioni è ben piccolo: è un detrimento che ci è rimasto da tanti disastri fisici e morali sofferti in questo globo.

La seconda parte è il risultato delle osservazioni, o sia la scoperta che lega i fenomeni. Degli Astri, che hanno moto, si esamina la loro forma, grandezza, posizione delle loro orbite, la loro rivoluzione, velocità, con tutte le irregolarità e variazioni. Questi cangiamenti o fenomeni hanno i loro periodi, e dipendono gli uni dagli altri in virtù di una stessa causa che li concatena. Per iscoprire il legame de'

fat-

PROGRESSI

fatti nell' Astronomia.

L' Astronomia ha un'origine oscura e remota. Vi sono probabilità ben forti che un tempo vi sia stata un' Astronomia molto avanzata, poi distrutta, e dimenticata. Par l' opera d' un popolo anteriore alle nazioni cognite dell' Asia colà situato all' altezza di 49 in 50 gradi. Col gnomone, il primo e il più semplice di tutti gli strumenti, colle clepsidre per contare il tempo, e con cerchi di metallo per misurar lo spazio, quella Astronomia giunse a un certo grado di precisione. Il mese della Luna, e l' anno del Sole vi furon esattamente determinati. Le rivoluzioni

---

fatti esattamente noti, si richiede ingegno grande. E grande difficoltà costa l' esattezza de' fatti. Perciò questo ramo d'Astronomia è andato a sbalzoni, per mancanza or di lumi, or di fatti, or degli uni e degli altri. Quindi ipotesi sopra ipotesi, ed errori sopra errori prima di giunger alla verità. La verità in Fisica e in Astronomia consiste a spiegar i fenomeni passati, e ad essere confermata da' fenomeni futuri.

La terza parte dell' Astronomia è la Teoria, o sia la spiegazione de' fenomeni per mezzo delle leggi note del moto. Gli Antichi, meschini Fisici, hanno spiegata la formazione del Mondo più meschinamente. Un silenzio profondo è regnato nell' antichità su le cause che hanno lanciato e ritengono i corpi celesti nelle loro orbite. L' idea più sublime de' Moderni è stata quella di ricondurre le leggi del moto generale dell' Universo alle leggi del moto de' corpi terrestri.

ni di questi due Astri furono combinate in un periodo di 223 mesi: il che suppone la cognizione della inuguaglianza della Luna, e quella de' moti del suo nodo e del suo apogeo in un periodo di 19 anni, che fu poi il Ciclo inventato da Metone, in un periodo di 600 anni, riconosciuto esatto da Domenico Cassini; e il corso degli Astri produsse molti altri periodi, di 12, di 60, e 3600 anni. Fu conosciuta l' obliquità della strada del Sole, fu determinata; e si vide che le Stelle si avanzavano lungo l' eclittica. Il Cielo fu ripartito in Costellazioni, il Zodiaco diviso in dodici parti uguali secondo il corso del Sole, e in 28 Costellazioni secondo il corso della Luna. Furon misurati i gradi terrestri, e se ne inferì con precisione l' estensione intera della circonferenza del globo. Non si poterono eseguire tanti lavori senza osservar molto, e per lungo tempo. Vi fu anche opinione del ritorno delle Comete, e del vero ordine de' corpi celesti: due opinioni che non han potuto nascere che da una sana filosofia ajutata da una lunga serie di osservazioni, e specialmente da una scienza ben vecchia necessaria ad esaurir tutti gli errori per giungere alla verità. Ecco la massa delle cognizioni antiche.

Queste cognizioni furono smembrate e disperse nel tempo delle conquiste che rovesciarono la più antica parte del mondo. I vinti fuggiaschi ne trasportaron varj pezzi in qua in là. Perciò alla Cina si trova memoria della Terra misurata senza alcun risultato di quella misura; a Babilonia se ne trova misura esatta, senza il come, il quando, nè da chi. I Caldei ci han conservato il metodo che servì una volta a dividere il Zodiaco; ne dovettero nascere ventiquattro divisioni. Que-

ste

ste ventiquattro divisioni non esistevan più in Babilonia, ma bensì alla Cina, dove n'è ignota l'origine. De' tre periodi di 60, di 600, e di 3600 anni, che hanno evidenti rapporti fra loro, e che han dovuto nascere gli uni dagli altri, il primo solo è noto alla Cina, il primo e il terzo nell'Indie, e i tre insieme in Babilonia. Fatto lo smembramento della scienza, non tardò molto a seguirne un lungo e profondo oblio. I più preziosi rimasugli di questa Astronomia sono depositati nelle tavole astronomiche degl' Indiani: e questo è quel che noi abbiamo di più antico.

Questi avanzi della Scienza furono ancora utili. La memoria che una cosa si è fatta, mostra che è possibile, incoraggisce, e il coraggio moltiplica gli sforzi, quando si ha la speranza del successo. Nella fondazione di nuovi imperj, la memoria dell' Astronomia la fece rinascere alle due stremità dell' Asia, alla Cina e a Babilonia. I Cinesi ci sono stati quasi sempre stranieri. I soli Caldei c' interessano: riannodato allora il filo non si è mai più interrotto fin a noi. I Caldei sono per noi i veri ristauratori della scienza. L' abitudine di osservare si trasportò presso di loro. Gli Asiatici generalmente non hanno nè metodo nè disegno, ma finalmente sieguon la Natura, e posson dire ogni giorno quel ch' ella ha fatto. E questo è quel che allora si richiedeva; convien veder lungo tempo prima di saper cercare. La pazienza de' Caldei per 2 mila anni fu la base, su cui Ipparco cominciò a fabbricare.

Alessandria fu un' epoca brillante. Il tesoro delle osservazioni Caldaiche fu colà trasportato per le conquiste d' Alessandro Magno, e i Greci non vi videro che de' fatti ammassati, e de' risultati più

antichi di que' fatti, e senza avervi connessione. Furon presi i fatti, e rigettati i risultati: convenne ricominciar tutto. I Re diedero un Museo, e strumenti. Aristillo, e Timocari fondaron l'arte di osservare. Eratostene determinò l' obliquità dell' eclittica, e tentò di misurar la Terra. Ipparco vi stabilì il metodo mancato sempre agli Orientali, ardì fare la numerazione delle Stelle, scoprì di nuovo il loro moto in longitudine, e ne trovò la causa nella retrogradazione degli equinozj: egli abbracciò tutto, e fu il vero fondatore della scienza, perchè ne stabilì i principj, sentì l'analogia degli effetti, e concepì l' idea d'un corpo di dottrina, in cui le verità sono concatenate, come nella Natura. Tolomeo riunì e completò le cognizioni cominciate da Ipparco, e ne risultò un' opera che ha fatta la sorpresa e l'istruzione di tutti i popoli per 13 secoli. La Geometria degli Orientali s' era limitata alle figure rettilinee, e al circolo. Questa curva, ch'è la prima di tutte le curve, divenne la regola de' moti celesti. Ipparco e Tolomeo la adottarono, e vi fecero muovere il Sole: la Terra restò immobile per loro, come per il volgo. Posta la Terra immobile, i Pianeti colle loro apparenze irregolari non potevan andar tutti in un circolo, onde si fecero girare in circoli sopra circoli: e il Cielo divenne una macchina complicatissima di ruote che si addentavano scambievolmente, e ciascun Pianeta fu condotto da un castello di ruote.

Gli Arabi distruttori d' Alessandria ci appropriarono la sua Astronomia, come i Greci quella di Babilonia. Questa scienza fu coltivata a Bagdat per amore dell' Astrologia. La cognizione dell' avvenire è un bisogno nell' Asia, dove le imma-

gi-

ginazioni sono riscaldate dal Sole, e la ragione è nella servitù. La protezione de' Califi, e i magnifici strumenti non suppliron all' ingegno. Gli Arabi fecero poco progresso, non scoprirono che il moto dell' Apogeo; dilatarono bensì l' Astronomia, trasportandola da per tutto dove furono condotti dalle conquiste, e dal commercio. Gli Arabi condussero l' Astronomia in Europa. Gli Europei cominciarono allora a coltivarla; Walterio, Regiomontano costruirono in Germania strumenti, e rinnovarono osservazioni. L' Astronomia in ciascun nuovo domicilio ha subito il suo esame: le cognizioni trasmesse sonosi verificate; ma qui è una epoca d' un cangiamento totale. Il genio d' Europa si fece conoscere e si annunciò in Copernico. La lunga ammirazione per Tolomeo non gl' impose; egli rovesciò quell' edificio, e rinnovò un' antica verità da gran tempo dimenticata; cioè lasciò le Stelle immobili, fece muovere la Terra intorno a se stessa per produrre i giorni e le notti, e la fece girare, come gli altri Pianeti, intorno al Sole, che resta solo in un riposo convenevole alla sua grandezza. Le ruote però sussisterono. Ma non ostante la complicazione, Copernico fece un gran passo verso la verità. Tico ci lasciò un tesoro di osservazioni, che unite colle Caldaiche, e con quelle d' Ipparco e di Tolomeo, fanno anche oggi una parte essenziale delle nostre ricchezze; poichè paragonandole colle nostre conosciamo nella successione de' moti de' corpi celesti la loro costanza o le loro variazioni. Tico aggiunse due equazioni della Luna a quelle già note da Tolomeo, cioè il moto de' nodi, e quello dell' orbita lunare sull' eclittica. Tutto lo studio fu allora di ricuperare quel che si era perduto. Questo non

S 2 si

si può mai fare senza stento. Ma in tempo di Tico la nuova Astronomia giunse a livello dell' antica.

Ma gli Europei non giunsero là per restarvi. Eglino sono organizzati per il progresso delle scienze. Il clima modifica gli uomini; li addormenta, o sveglia la loro attività. L'indolenza è il carattere costante degli Orientali: sopportano tutto e ignoranza e tirannia. Se hanno coltivate le arti e le scienze, è per i loro primi bisogni, e perciò senza altre mire, e senza metodo. Gli Europei sotto un clima mobile, hanno un' inquietudine, per cui l'uomo desidera di vivere dove non è. Questo moto di mente accelera la successione de' pensieri. Quindi gli Europei d'un' immaginazione viva e ardita viaggiano, e si applicano a conoscer tutte le cose della Natura, e a scoprirne le cause. In Asia non si è fatto niente che con pazienza cieca al lavoro: vi ha agito il genere umano in massa. In Europa il genio ha fatto tutto, e le cose grandi son fatte dagl' individui. E' comparso un uomo in un secolo, e vi ha cambiate le scienze. Per tali sforzi si valuta l'intelletto umano: in Europa non sono picciole forze riunite che ne producono una grande; ma è una potenza unica quella del genio.

Fin a Tico noi siamo rivenuti sulle tracce perdute, e abbiam uguagliato gli antichi Astronomi. Keplero ha cominciata la nostra superiorità. Collo scoprire la forma elittica dell' orbite planetarie, egli fece una vera rivoluzione nell' Astronomia. Questa verità fu interamente nuova; non ve n'è traccia alcuna nell' antichità. Distruggendo la gran barriera de' moti circolari, si è aperto un campo vastissimo a ricerche tutte nuove. Gli Antichi solo curiosi degli effetti, non si imba-

barazzavan delle cause. Keplero sentì il bisogno di conoscer le cause. Si credette fin a lui che ciascuno degli Astri avesse il suo moto proprio senza alcuna dipendenza. Egli concepì l'unità della Natura, sospettò leggi universali, ed ebbe la felicità di scoprirle. Scoprì i Pianeti e percorrere elissi intorno al Sole, e descrivere in queste elissi aje proporzionali ai tempi, e i quadrati de' tempi delle lor rivoluzioni esser come i cubi delle loro distanze dal Sole. Scoperta magnifica, nuova, e di grande utilità. Egli pensò ancora che se i Pianeti sono soggetti a girare intorno al Sole, questa loro soggezione deve esser l'effetto d'una potenza, la quale non può risedere che nel corpo dominante, nel Sole. Egli sospettò la vera causa, non la trovò, ma la fece trovare.

Nel tempo stesso il caso ci procurò un mezzo di superiorità su gli Antichi. Il Telescopio ci aprì un nuovo cielo con molti oggetti da fare spiccar l'ingegno. Galileo scoprì i Satelliti di Giove, e l'Anello di Saturno. Ugenio e Domenico Cassini scoprirono i cinque Satelliti di Saturno. Si conobbe che il Sole, Giove, Marte, Venere hanno il loro moto di rotazione come la Terra; e Venere, Mercurio mostrano le fasi al pari della Luna. Galileo, Cassini, e i loro contemporanei fecero la numerazione degli Astri. Che secolo di scoperte! Galileo osservò che il pendolo oscilla in tempi uguali, Ugenio applicò il pendolo alla misura del tempo, e orologj esatti misurarono gli spazj celesti, e la durata. Nuovi strumenti, nuovi metodi aggiunti. Si seguirono i moti celesti ne' lor minimi dettagli, e tutto fu misurato con precisione fin allora ignota. Questa esattezza è un'altra superiorità moderna: gli Antichi ottenevan colla lunghezza del tempo quel

 che

che noi otteniamo colla nostra abilità. Ne' primi ottanta anni del secolo scorso l' Europa intera fu in moto per le scienze; la Terra fu misurata, Richer andò all' Equatore per iscoprir la variazione della gravità sul globo. Ma tutto ciò non bastava. Bisognava che la Teoria andasse di ugual passo coll' esperienza per dirigerne le ricerche, e comparare i risultati. Cartesio col migliorare la Geometria preparò una misura universale per tutto quel ch' è suscettibile di rapporto e di comparazione: e unendo quella scienza all' Algebra le rese tutte due più vaste e più utili. Sbagliò poi nell' applicar la meccanica all' Astronomia. Sbagliò, ma istruì a non sbagliare.

Gli uomini che vengon prima, lavorano per quelli che vengon dopo. Tutte le cose inventate fin allora non servirono che di strumenti e di materiali per il grand' edificio che inalzò Newton. La causa incognita, che fa sotto gli occhi d' ognuno cader tutti i corpi, fu per Newton la chiave di tutti i misteri della Natura, e gl' indicò la molla de' moti celesti. Egli estese prima questa gravità de' corpi fin alla Luna; vide che questo Satellite continuamente ritirato dalla sua strada rettilinea cadeva ogn' istante verso la Terra per le stesse leggi che i corpi dinanzi a noi cadon alla superficie. La Luna dunque e questi corpi hanno la stessa tendenza; onde una tendenza consimile fa cadere i Pianeti verso al Sole. Questa tendenza, o gravità decresce in ragion de' quadrati delle distanze, e ne risultano le tre leggi scoperte da Keplero. Questa tendenza nasce da una forza che risiede nel corpo centrale: ella appartiene a tutti i corpi a proporzione della loro massa. Saturno, Giove, la Terra governano i loro Satelliti, come il Sole i Pianeti; colla differenza

che

che il Sole ha una forza preponderante, che assoggetta tutto, fin le Comete. Questa forza, che è in tutte le masse, deve anche essere in ciascuna molecola della materia. Newton vi vide la cagione della figura compressa della Terra, della retrogradazione de' punti equinoziali, e della elevazione delle maree. Newton unì la Matematica all' Astronomia in modo, che i lor progressi sono scambievolmente necessarj: l' una osserva, e l' altra spiega; ora la Matematica previene e annuncia i fenomeni, e l' Astronomia vede e conferma quello che l' altra ha predetto.

Dopo Newton altri gran progressi. Bradley scoprì l' aberrazione delle Stelle, e la nutazione dell' asse della Terra. Il ritorno delle Comete è confermato dalle osservazioni. Si sono determinate le refrazioni colle loro variazioni. Si è scoverta l' inflessione de' raggi solari nella piccola atmosfera della Luna. Tutti i metodi si sono migliorati. Si è rimediato alla dispersione de' raggi della luce co' vetri acromatici. Viaggi al polo e all' equatore per la misura della Terra; all' estremità dell' Africa per descrivere il Cielo australe, per determinare la distanza della Luna; e per tutte le parti del globo per osservar due volte il passaggio di Venere, e per misurare la distanza del Sole, gran base di tutte le misure astronomiche.

Nel tempo stesso la Matematica si è avanzata col progresso de' due calcoli. L' uno discende ne' dettagli delle cose con un cammino non mai arrestato, e può andar giù quanto il pensiero vuole. Questo è il calcolo *differenziale*, uscito tutto dalla testa di Newton. L' altro è il calcolo *integrale*, che rimonta dalle parti al loro insieme: questo è limitato. Ci è facile dividere; ma malagevole ricostruire: i nostri sforzi vi riescono

 spes-

spesso infruttuosi. Il metodo compito di questo calcolo farebbe una rivoluzione nelle Matematiche. Ora vi si rimedia con approssimazioni. Con questi nuovi soccorsi Clairau, d'Alembert, Eulero successori di Newton han veduto meglio e più lungi di lui. Egli non risolvè che problemi di due corpi attraenti. I tre Geometri han risoluto il problema di tre corpi, applicabile a tutto, e base di tutte le ricerche in questo genere. D'Alembert ha risoluto compitamente il problema della precessione degli equinozj: Eulero ha spiegato il perturbamento di Giove e di Saturno; Daniel Bernoully il fenomeno delle maree; Clairau l'accelerazione e il ritardo delle Comete, e il loro ritorno; la Grange, e de la Place hanno date più dilucidazioni a queste teorie.

Questi sono i nostri progressi nella cognizione della Natura. L'Astronomia antica non è opera che della pazienza e del tempo. La nostra è opera del genio. Noi vi abbiamo applicata la Matematica, di cui niun vestigio si è trovato in Asia. Questa scienza è la nostra vera superiorità. Con questo mezzo, col Telescopio, e col nostro ingegno abbiamo approfondato tutto, e comparato tutto, e ci siamo inalzati alle cause. Tutti i fenomeni sono ora concatenati; il sistema delle nostre cognizioni è ordinato come la Natura: un solo principio serve a spiegar tutto, come una sola molla serve alla Natura per fare agir tutto.

PROGRESSI FUTURI

DELL' ASTRONOMIA.

Si può andare oltre? E quali saranno gli ulteriori progressi dell' Astronomia? Il talento umano non agisce con isforzi costanti e graduati secondo certe leggi: ora si arresta alle difficoltà, or si rinvigorisce per superarle: è stupendo sempre per il suo riposo, e per la sua azione; onde non si posson prevedere le sue risorse. Si può bensì considerare, se le strade aperte fin qui si possano ancora prolungare, e se i nostri attuali mezzi vi sieno sufficienti.

Copernico ha fissata la disposizione de' corpi celesti, Keplero le leggi de' loro moti, Newton la causa e la molla: questo è determinato, nè si deve più ritoccare. Noi riguardiamo adesso l' Attrazione come una proprietà della materia: chi la rimenasse all' Impulsione, farebbe certo una bella scoperta, ma non cambierebbe niente l' ordine e la forma delle nostre ricerche. L' Attrazione invece d' esser causa, sarebbe effetto; ma gli effetti secondarj dipenderebbero da questo effetto generale. Onde i fenomeni dell' Attrazione saranno sempre la base costante di tutte le nostre investigazioni. L' ardito sistema di Newton si ha a prendere per un magnifico quadro della Natura, in cui quel genio possente disegnò a gran tratti le forme principali, e lasciò a' suoi successori la gloria di dettagliare le forme abbozzate, e di riempiere i vuoti, e di aggiunger la rassomiglianza di tutte le parti alla verità dell' insieme.

Le nostre cognizioni non si possono estendere che per la successione delle osservazioni, o per il progresso della Teoria. L' osservazione ci dà o fenomeni isolati, o fenomeni concatenati da un risultato comune. Per i fenomeni isolati non possiamo prevedere che cosa il caso ci può offrire: tale sarebbe l' Astro Urano Pianeta o Cometa che sia. Non possiamo nemmeno da' fenomeni noti dire quel che potrà un giorno darci ciascuno di loro.

Dove rimane molta strada da fare è nella Teoria delle Comete. Di 64 Comete osservate con determinarne l'orbita e il moto, di quattro sole si hanno le rivoluzioni note o sospettate. Forse con un metodo analitico esatto, come quello di M. de Sejour, si potranno meglio conoscere, compararle colle osservazioni, discerner quelle, alle quali un' orbita parabolica può bastare, e quelle che richiedono un' elissi, sospettando il periodo delle loro rivoluzioni. Ecco il primo campo aperto per gli Astronomi futuri.

I Satelliti de' Pianeti offrono ancora un altro campo fertile, specialmente quelli di *Saturno*, che appena sono abbozzati. Si richiedon perciò migliori Telescopj, e questi potranno migliorarsi.

La descrizione del Cielo e la nomenclatura delle Stelle, benchè incominciata da Ipparco, e da Tolomeo che contaron 1000 Stelle, e proseguita e accresciuta da Flamsteed, che diede 3 mila Stelle nella parte boreale del Cielo, è ancora incompleta. M. de la Caille ne trovò 10 mila nella parte australe. Dunque il nostro emisfero deve esserne ugualmente ricco. Resta dunque da farsi una descrizione generale del Cielo.

Al-

Alcune Stelle offrono due fenomeni, i quali meritano ulteriore esame. Il primo è il loro moto proprio. Veder dunque se tutte le altre Stelle hanno tal moto? Il secondo fenomeno è la sparizione periodica di alcune Stelle. Qual'è il loro periodo? è costante, o vario? Qual n'è la causa? è forse una parte oscurata del loro corpo? o la lor figura compressa?

Si potrebbe anche misurar la luce di tutte le Stelle, per indi classificarle più esattamente di quel che si fa co' caratteri incerti di loro grandezza apparente. Vi sono degli strumenti, che diminuendo l'apertura de' cannocchiali fin all' invisibilità del punto luminoso posson dare de' rapporti della intensità della luce. La luce di alcune Stelle è colorata, quel colore può produrre fenomeni utili, e degni di conoscersi.

Migliorandosi i Telescopj si può conoscer la grossezza dell' Anello di Saturno, la rotazione di Venere, di Saturno, e forse anche di Mercurio. La figura della Terra, e la dissimilitudine o rassomiglianza de' suoi meridiani, è opera de' Dominanti.

Alcune osservazioni su' moti medj de' Pianeti, su la grandezza delle loro orbite, su la loro eccentricità, sul moto de' nodi, e degli apsidi, sull' angolo d' inclinazione delle orbite ec. benchè tali fenomeni sien determinati da 2 mila anni fa, pure per le loro alterazioni saranno sempre l'opera de' secoli per essere fissati con precisione. Convien ricercarli, e ripulirli come un artista fa nel suo lavoro. A questo effetto vi vogliono strumenti sempre migliori. Specialmente quello del calcolo, il di cui metodo è finora di approssimazione, ma lascia sempre una distanza fra il risultato

tato e la verità. Per quanto piccola sia questa distanza, se la quantità cercata è anche piccolissima, ella può essere fra questi limiti, e fuori della nostra portata.

Nello stato attuale dell' Astronomia, sotto un cielo quasi tutto noto, noi non siamo che testimonj de' fenomeni periodici, e se saremo costanti ad osservarli, ciascun secolo aggiungerà un piccol grado di miglioramento alle cognizioni acquistate, e l' Astronomia si accosterà lentamente alla Natura, come gli assintoti, senza mai toccarla.

L' Astronomia non può far più progressi rapidi che per una rivoluzione de' suoi mezzi, e de' suoi metodi, che ci presentino la Natura in un nuovo aspetto, col metterci a portata di veder più da lungi e più profondamente. Diverrebbe allora l' Astronomia una scienza nuova. La novità produce curiosità, la curiosità dà attività: e si fa allora una scienza alla moda, perchè ognuno è avido di nuove cognizioni, e i Dotti vi trovano vantaggio.

La rivoluzione desiderata non può accadere che per nuovi strumenti: se non cambiamo di organi, vedremo sempre come abbiam veduto. Vi vuole un nuovo metodo generale d' Integrazione, che ci sbarazzi delle approssimazioni, e ci tolga gli ostacoli, gli errori, e le lunghezze.

Riguardo agli strumenti dell' Astronomia pratica, quelli della misura del tempo non pajono suscettibili di un progresso sensibile: il pendolo segna l' intervallo di un secondo, una minor quantità non sarebbe più a portata de' nostri organi. Gli strumenti per misurare lo spazio sono ugualmente esatti, e con qualche altro picciolo

mi-

miglioramento non cambierebbero lo stato delle cose. In certe misure astronomiche si richiede ancora una corrispondenza e uguaglianza di strumenti; la quale tuttavia manca, e sarebbe di grande utile.

Il solo Telescopio può operare una rivoluzione, e un gran progresso nelle nostre cognizioni. Il Telescopio ci ha trasportati in mondi nuovi. Ma l'Universo ha altri spazj, e raddoppiandoli da ogni parte nella sfera che ci circonda, la potenza di questo strumento ci aumenterebbe otto volte i dominj della nostra vista. I vetri acromatici ce ne danno la speranza: non si tratta che di dar loro quella perfezione di cui sono suscettibili. L'Astronomia aspetta questo beneficio da' Chimici che scuoprano il segreto del flint-glass: gli artefici poi lavoreranno de' vetri grandi. Se Urano è un Pianeta, quanti altri non ve ne potranno essere confusi colle Stelle fisse? Chi sa quanto ci s'ingrandirebbe il sistema solare? Ci si confermerebbero le leggi note, forse co' nuovi fenomeni si scoprirebbero nuove leggi, e l'intelletto umano co' nuovi lavori si renderebbe più vasto.

Quante e quante difficoltà importanti restano ancora da risolversi da' posteri! Frattanto è ben sorprendente la carriera, che l'intendimento umano ha percorsa in questa scienza. Il primo Pastore, che alzando gli sguardi verso la volta celeste, desiderò conoscere il numero e il moto degli Astri, fu il primo inventore dell'Astronomia. Ma qual distanza da quel colpo d'occhio, che rasentò la superficie del Cielo, a quello di un Newton che penetrò la Natura! Quanta distanza da quegli uomini grossolani, che credevano smorzarsi il Sole

ogni

ogni sera per riaccendersi la mattina, a quell' uomo immortale, che dedusse tutti i fenomeni da una sola legge, da un principio unico! che dimostrò che quella forza diffusa in ogni particella della materia regola e conserva il moto nell' Universo; che vide bilanciare i globi gli uni verso gli altri compiendo la strada prescritta loro dalla Natura; che li seguì nella loro irregolarità, e trovò la legge e il principio ch' egli avea annunciato.

Questa distanza è immensa, ed è stata percorsa a passi ineguali, e spesso retrogradi. La barbarie, che di tempo in tempo imperversa, ha più volte smarrite le tracce dell' industria umana. Queste tracce sono state poi con pena riconosciute da generazioni lontane. Or una osservazione penosa e costante ha riempito l' *intervallo* di molti secoli, e ha gettati i fondamenti, su quali oggi si fabbrica: or alcuni bei talenti riunendo le fatiche de' loro predecessori, combinando fatti per trarne risultati, hanno proposti sistemi nati per perire un giorno secondo la natura de' sistemi: ora menti più solide e più felici hanno adocchiate alcune di quelle verità primarie, *che illuminano* il resto de' tempi, e servon di *guida* a nuove ricerche.

Lo stato attuale dell' Astronomia è *lo* spettacolo della maggior soddisfazione per il Filosofo curioso degli effetti e della causa. E' una prova di quanto possono gli sforzi uniti agli sforzi. E' l' applicazione costante di un gran numero d' ingegni impegnati a seguire lo stesso oggetto a traverso le generazioni, che si rinnovano, a traverso i flagelli, che affliggon il genere umano, e a traverso l' ignoranza, che rinasce in certi periodi e inabissa tutto.

Se

Se i fondatori dell' Astronomia, se que' grandi ingegni che estesero le cognizioni, e sentiron la disperazione di non potere spiegare, neppur conoscere tutti i fenomeni; se que' valentuomini, ai quali noi dobbiamo tanto, ritornassero al mondo, quale sarebbe la loro sorpresa in vedere come la loro posterità ha sbrogliato questo caos, e ha soggiogato il sistema dell' Universo? Si umilierebbero anche ad essere oggi ignoti. I primi inventori non sono i più celebri: l' ignoranza gode, e non apprezza niente. Le invenzioni utili, come i semi de' vegetali, crescono e maturano senza strepito; i frutti ne sono colti senza pena; e il volgo gode senza informarsi come nè donde vengono, e senza neppure immaginare quanto hanno costato.

La Storia dell' Astronomia è una parte essenziale della Storia dell' intendimento umano. Questa scienza nata nelle campagne e tra pastori, è passata dagli uomini più semplici agl' ingegni più sublimi. Imponente per la grandezza del suo oggetto, curiosa per i suoi mezzi di ricerca, stupenda per il numero e per la specie delle sue scoperte, ella è forse la misura dell' intelligenza umana, è la riprova di quello che l' uomo può fare col tempo e coll' ingegno. Non già ch' egli sia qui giunto alla perfezione. La perfezione gli è negata per tutto. Ma in niun genere l' intendimento umano ha spiegate più risorse e più sagacità. E' interessante trasportarsi ai tempi quando questa Scienza ha cominciato, veder come le scoperte si sono concatenate, come gli errori si sono frammischiati colle verità, e ne han ritardata la cognizione e il progresso; e dopo avere scorsi tutti i tempi e i climi, contemplar finalmente l'

edi-

edificio fondato su le fatiche di tutti i secoli e di tutti i popoli (a).

(a) E' rimarchevole una riflessione di M. Bailly. E che cosa non è rimarchevole in quel Valentuomo, che si è degnato discendere dal Cielo, per fare la felicità della sua patria? La sua riflessione, è la seguente.

La storia delle Scienze non esige lettore scienziato; ella è un mezzo per diventarlo. La verità è compresa da tutti quando viene esposta senza velo: il velo, che la nasconde, ne difficulta l' accesso. Il velo è un linguaggio convenuto; è un' espressione abbreviata d' una verità. Si tolga l' abbreviatura, e tutto è facile. L' intelletto umano è stato ignorante prima d' esser dotto. Si è arricchito con ammassare successivamente cognizioni, generate l' una dall' altra. Si trovi questa successione, s' incominci dalla prima, e si rifaccia il viaggio come è stato fatto. Il lettore deve camminare nella sua lettura di alquante ore, come la specie umana ha camminato in una lunga serie di secoli. Che quadro delle debolezze e dell' energia della mente umana!

Le Scienze, come gli avvenimenti politici, sono opere degli uomini; ma la moltitudine non ha avuta parte in quelle, anzi le ignora, e le riguarda con indifferenza: quei che le coltivano fanno una classe separata. Nel mondo sì fisico che politico il moto non cessa mai: gli uomini vi sono sempre agenti come la Natura: lo stato presente nato dal passato partorisce il futuro. Ma nel mondo dotto la classe illuminata e produttiva non hà un moto continuo. Il genere umano, che sempre è sussistente, e abbraccia i secoli per la vita e per la intelligenza, ha de' momenti d' inerzia, ha sonno a rassomiglianza d' un individuo. L' intendimento umano è la somma de' pensieri di tutti gli uomi dotti; è l' ingegno aggiunto all' ingegno dal principio delle cose: ma ha i suoi

ripo-

riposi, le sue stazioni. Nel suo cammino inequale e interrotto alcuni individui riannodano il filo del lavoro e delle ricerche, e fanno rinascere e accrescere il moto. Eglino sono i soli autori del progresso delle scienze. Chi inventa una scienza, non dà che la serie de' suoi pensieri. Altri prende quella idea, la ingrandisce colle sue meditazioni; e uomini separati da secoli si trasmettono la scienza. Ecco la scienza matura, estesa, sviluppata per tutti.

F I N E.

NOI

NOI RIFORMATORI

Dello Studio di Padova.

AVendo veduto per la fede di revisione ed approvazione del P. F. *Gio. Tommaso Mascheroni* Inquisitor Generale del Santo Offizio di *Venezia* nel Libro intitolato: *Compendio della Storia dell' Astronomia di M. Bailly ec. MS.*, non vi esser cosa alcuna contro la santa Fede Cattolica, e parimente per attestato del Segretario nostro, niente contro Principi, e buoni costumi, concediamo licenza alla Dita di *Giuseppe Remondini e F.i* Stampatori di Venezia, che possa essere stampato, osservando gli ordini in materia di Stampe, e presentando le solite copie alle Pubbliche Librerie di Venezia, e di Padova.

Dat. li 31. Agosto 1790.

(*Andrea Querini Rif.*
(*Piero Barbarigo Rif.*
(

Registrato in Libro a Carte 399. al N. 3126.

Marcantonio Sanfermo Segr.

Addì primo Settembre 1790.
Registrato a C. 159. nel Libro del Mag. degl'Illustriss. ed Eccellentiss. Sig. Esecutori contro la bestemmia.

Antonio Perazzo Segr.